COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 5 JUIN 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Éclipse de Soleil du 28 mai 1900, observée à Paris.* Note de M. LŒWY.

« L'Académie sait certainement que nous n'avons pas été favorisés à Paris par le temps pour l'observation de l'éclipse du 28 mai. L'Observatoire de Paris avait fait de nombreux préparatifs pour étudier ce phénomène aussi bien au point de vue astronomique qu'au point de vue physique.

» Les recherches de photographie céleste ne peuvent avoir de succès que par un ciel absolument pur, condition qui nous a fait complètement défaut. Quelques épreuves ont été obtenues au moment de la plus grande phase, mais elles n'offrent aucune importance particulière.

» Au point de vue astronomique, on a réussi à observer la fin de l'éclipse

à travers les nuages. Malgré cette difficulté, les discordances entre les différents nombres obtenus ne sont pas trop grandes et la moyenne des résultats concorde très bien avec les prévisions de la *Connaissance des Temps*, ainsi qu'on le verra dans le Tableau ci-après :

	h m s	
MM. Paul Henry..........	5 12 6	Équatoriaux du jardin.
Prosper Henry.......	5 12 11	
Callandreau.........	5 12 16	Chercheur de l'équatorial de la tour de l'Est.
Renan.............	5 12 8	Équatorial de Gambey.
Boquet.............	5 12 12	Lunette de Cauche.
Fayet...............	5 12 1	Équatorial de la tour de l'Ouest.

» M. Callandreau fait remarquer que l'instant du phénomène a été noté peut-être trop tôt et que le résultat donné comporte un certain doute. Il ajoute que, vers 4 heures, au moment d'une éclaircie, le corps de la Lune apparaissait assez bien à la vue directe, surtout vers la gauche de l'échancrure.

» M. Fayet indique que l'heure du dernier contact a dû être également notée trop tôt; il estime l'incertitude à environ dix secondes. »

ASTRONOMIE. — *Éclipse totale du* 28 *mai dernier*. Note de M. J. Janssen.

« L'éclipse totale du 28 mai dernier avait une bien courte durée, mais elle tirait son intérêt des contrées qu'elle traversait :

» En effet le phénomène commençait au sud de l'Amérique du Nord, franchissait l'Atlantique et traversait le Portugal, l'Espagne, l'Algérie et la Tunisie.

» La proximité des lieux d'observations des grands centres scientifiques d'Europe et d'Amérique avait amené un nombre très considérable d'observateurs.

» C'était l'étude de la couronne, étude qui n'a pu encore être rendue journalière par une méthode analogue à celle des protubérances, qui formait l'intérêt principal de ces observations.

» L'atmosphère coronale suffit-elle à l'explication de tous les phénomènes présentés par la couronne? Quelle est l'étendue, la composition chimique et physique de l'atmosphère coronale? L'importance de la cou-

ronne est-elle en rapport direct avec les maxima et minima de l'activité solaire, ainsi que cela avait été pressenti et énoncé en 1871 au moment de la découverte de la matériabilité et de la composition chimique de l'atmosphère coronale? L'atmosphère coronale est-elle entraînée par le globe solaire comme une atmosphère ordinaire? Enfin quel rôle les phénomènes électriques jouent-ils dans ces immenses manifestations lumineuses? Telles sont les principales questions que l'Astronomie physique a encore à résoudre ou à confirmer et qui donneront pendant longtemps encore un grand intérêt aux éclipses totales.

» En Europe les observations ont été favorisées sur toute la ligne de la totalité par un état du Ciel que les rapports s'accordent à considérer comme ayant été exceptionnellement favorable.

» L'Observatoire de Paris était très bien et très largement représenté en Espagne.

» L'observatoire de Meudon, bien que n'ayant pas reçu de ressources spéciales pour cet objet, a tenu à y envoyer un représentant : M. Deslandres. Il a pourvu à la dépense sur son budget ordinaire.

» M. le comte de La Baume Pluvinel, qui a observé avec succès plusieurs éclipses totales, aux îles du Salut, au Sénégal, à Candie, nous avait également demandé notre concours en cette circonstance. L'observatoire lui a prêté certains instruments et à ma demande M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu lui donner l'attache officielle du ministère.

» Malgré mon âge, j'aurais vivement désiré me joindre à ces observateurs si distingués, mais ma santé, encore mal remise d'une longue maladie, ne me l'a pas permis.

» Voici maintenant deux Notes que je suis chargé de présenter à l'Académie : l'une de M. Landerer, savant bien connu de l'Académie et qui observait à Elche, près Alicante, et l'autre de M. le comte de La Baume Pluvinel, qui observait également à Elche.

» M. Landerer s'était proposé de mesurer la proportion de lumière polarisée que présente la couronne en se servant du polarimètre très précis qu'on doit à notre confrère M. Cornu. La proportion de lumière polarisée trouvée par M. Landerer est très forte, ainsi qu'on en jugera par sa Note insérée ci-après.

» M. le comte de La Baume s'était tracé un programme très complet :

» 1° Obtention des images de la couronne correspondante à des poses variées;

» 2° Le spectre de la couronne;

» 3° Les images monochromatiques de la chromosphère;

» 4° Une étude spéciale de la raie coronale principale;

» 5° Enfin des mesures actinométriques de la lumière coronale.

» Toutes ces observations ont été couronnées de succès. On en trouvera le compte rendu sommaire dans la Note que je présente en son nom.

» Je n'ai encore reçu aucun rapport de M. Deslandres.

» J'ai reçu de M. le directeur de l'observatoire de Madrid un télégramme où, parmi les nouvelles qu'il me donne très obligeamment, se trouve l'annonce que la réfrangibilité de raie verte qui est, comme on le sait, la principale de la couronne, a été mesurée et que les succès ont été grands dans presque toutes les stations de la Péninsule.

» D'Alger, M. Trépied, directeur de l'observatoire, me télégraphie que le temps y a été superbe et qu'on y a fait de nombreuses photographies de la couronne. Étaient à l'observatoire: MM. Stéphan, Janet, Turner d'Oxford, Newall de Cambridge, Wesley de Londres, Cohn de Strasbourg, Brenner de Manora, Archenhold de Treptow près Berlin, Ströyberg de Copenhague.

» Le temps fut également très beau à Ménerville, près d'Alger, où s'étaient rendus MM. Tacchini, Riccò, Gautier de Genève, Riggenbach et Wölfer de Zurich, etc.

» A l'égard des observations faites à Meudon, on sait qu'elles ont été très contrariées par l'état du Ciel.

» Nous avions préparé l'obtention d'images photographiques de l'éclipse avec la lunette qui nous sert journellement à faire les photographies du Soleil où le disque a $0^m,30$ de diamètre et qui ont été le point de départ des grandes photographies placées à l'Exposition.

» L'état du Ciel ne nous a permis d'obtenir que deux photographies du phénomène, dont une seule est mesurable.

» Nous avions encore préparé un grand spectroscope à réseau portant l'objectif de notre lunette de 9^p pour obtenir un spectre très détaillé de la lumière solaire rasant le bord de la Lune. L'état du Ciel a également empêché cette observation.

» Je viens de voir avec satisfaction que notre Confrère M. le Directeur de l'Observatoire de Paris a bien voulu présenter une Note dans laquelle Mlle Klumpke rend compte de l'ascension en ballon qu'elle a faite à l'occasion de l'éclipse.

» La navigation aérienne et la prise de possession par l'homme de notre atmosphère sera la grande conquête du xxe siècle.

» Parmi les services qu'elle rendra à la civilisation et aux sciences, une part importante sera certainement faite à l'Astronomie.

» Elle facilitera considérablement l'étude de certains phénomènes célestes, empêchée soit par la présence des nuages, soit par l'opacité relative des basses régions de l'atmosphère. Il est de clairvoyance scientifique de prévoir ce rôle et d'aider à sa réalisation. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équilibre calorifique d'une surface fermée rayonnant au dehors;* par M. **Émile Picard**.

« 1. On sait combien la considération d'une surface fermée (pouvant posséder comme le tore un ou plusieurs trous) a été féconde dans la théorie des fonctions d'une variable complexe. Cette vue, indiquée d'abord par M. Klein, a permis de donner aux profonds travaux de M. Schwarz sur le principe de Dirichlet une forme d'une grande élégance, et c'est dans cet ordre d'idées que je me suis placé dans le Tome II de mon *Traité d'Analyse* (*voir* notamment p. 489). Dans cette théorie, l'équation de Beltrami joue un rôle essentiel; envisageons une surface fermée que, pour plus de simplicité, nous supposons régulièrement analytique. On peut, dans le voisinage de chaque point, développer les coordonnées en fonctions de deux paramètres u et v et soit le carré de l'élément d'arc donné par la formule

$$ds^2 = E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2.$$

» L'équation de Beltrami, qui est pour la surface l'analogue de l'équation de Laplace et qui a une forme invariante par rapport à l'arc, s'écrit

$$(1)\qquad \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{G\dfrac{\partial V}{\partial u} - F\dfrac{\partial V}{\partial v}}{\sqrt{EG - F^2}}\right) + \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{-F\dfrac{\partial V}{\partial u} + E\dfrac{\partial V}{\partial v}}{\sqrt{EG - F^2}}\right) = 0.$$

» Pour le voisinage de chaque point de la surface on peut faire une représentation conforme sur un plan (x, y), de telle sorte que

$$E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2 = \mu(dx^2 + dy^2),$$

μ étant une fonction positive et qu'on peut supposer toujours différente de

zéro. L'équation (1) devient alors l'équation de Laplace, et une singularité d'une fonction V sur la surface en un point pourra être définie par une singularité d'une fonction harmonique en un point d'un plan. Parmi ces singularités, une des plus simples est la singularité logarithmique, où la fonction harmonique devient infinie comme $A \log r$; à un tel point singulier sur le plan correspond sur la surface un point singulier d'une nature bien déterminée.

» Il est tout d'abord immédiat que l'équation (1) ne peut admettre d'intégrale uniforme et continue sur toute la surface, en dehors de $V = \text{const.}$ On doit donc, si l'on veut ne considérer que des fonctions V uniformes sur toute la surface, leur donner certaines singularités. Une singularité logarithmique ne peut être unique; il peut y avoir *deux* singularités de cette nature et les coefficients A correspondants doivent être égaux et de signe contraire. L'existence d'une solution V de l'équation de Beltrami (solution définie à une constante près) se déduit des travaux de M. Schwarz; on peut employer avec l'éminent géomètre un procédé d'exhaustion sous une forme qui nécessite un lemme assez délicat relatif aux fonctions harmoniques.

» Au point de vue physique, le problème que nous venons de rappeler est celui de l'équilibre calorifique d'une surface fermée, sans rayonnement et sur laquelle se trouvent *deux* sources de chaleur. La condition relative aux A revient à ce fait que les flux aux deux sources doivent être égaux et de signes contraires.

» 2. Tout ceci est bien connu, je l'ai rappelé seulement pour préciser les conditions du problème auquel j'arrive maintenant. Supposons qu'il puisse y avoir rayonnement vers le dehors que l'on suppose à la température zéro. Au lieu de l'équation de Beltrami, nous aurons alors, dans le cas de l'équilibre calorifique, l'équation suivante pour la température V,

$$(2) \qquad \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{G\dfrac{\partial V}{\partial u} - F\dfrac{\partial V}{\partial v}}{\sqrt{EG - F^2}}\right) + \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{-F\dfrac{\partial V}{\partial u} + E\dfrac{\partial V}{\partial v}}{\sqrt{EG - F^2}}\right) = k^2\sqrt{EG - F^2}\,V,$$

k^2 étant, pour prendre le cas le plus général, une fonction positive.

» Si l'on fait, dans le voisinage d'un point de la surface, la représentation conforme indiquée plus haut, l'équation devient

$$(2') \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = k^2 \mu V,$$

et les propriétés aujourd'hui bien connues des intégrales d'une telle équation vont rendre facile l'étude des intégrales de l'équation (2) sur toute la surface.

» On peut se proposer d'étudier les intégrales de l'équation (2) uniformes sur toute la surface. On voit, de suite, qu'une telle intégrale ne peut être toujours continue, à moins qu'elle ne soit identiquement nulle; c'est ce qui résulte de ce fait qu'une intégrale de (2'), continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres, ne peut avoir ni maximum positif, ni minimum négatif. On doit donc se donner certaines singularités pour l'intégrale; nous allons considérer celles qui sont intéressantes au point de vue de la théorie de la chaleur qui nous guide ici.

» 3. Soit, dans le plan (x, y) l'origine qui sera un point singulier d'une intégrale de l'équation (2'). J'envisage d'abord l'équation

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = k_0^2 \mu_0 V,$$

où k_0^2 et μ_0 représentent les valeurs de k^2 et μ à l'origine. Cette équation admet une intégrale de la forme

$$u = G_0(r)\log r + G_1(r) \qquad [G_0(0) = 1],$$

r désignant la distance du point (x, y) à l'origine, G_0 et G_1 étant des fonctions entières de r^2. Ceci posé, on peut former une intégrale V_0 de (2') définie dans le voisinage de l'origine et de la forme

$$V_0 = u + v,$$

v étant continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres autour de l'origine et à l'origine. L'intégrale AV_0 (A étant une constante) peut nous servir à définir la façon dont une intégrale V devient infinie en un point de la surface; nous entendrons par là que la différence $V - AV_0$ reste continue ainsi que ses dérivées des deux premiers ordres au point singulier et dans une certaine région autour du point singulier.

» On voit qu'un tel point singulier peut être regardé comme correspondant à une *source* de chaleur; le flux sera égal à $2\pi A$.

» 4. La question qui se pose est alors la suivante : *établir l'existence de la solution de l'intégrale uniforme sur toute la surface de l'équation* (2) *ayant des points singuliers donnés de la nature indiquée avec des coefficients* A *également donnés*. Il n'y a ici aucune relation entre les coefficients A et la solu-

tion est unique. Ce problème est évidemment celui de l'équilibre calorifique de la surface fermée rayonnant au dehors, avec un certain nombre de sources situées sur elle et ayant des flux donnés.

» Si l'on se rappelle que les problèmes fondamentaux relatifs à l'équation de Laplace peuvent être résolus aussi pour l'équation

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = cu$$

(c étant une fonction de x et y, positive ou nulle) en se servant de procédés alternés ou d'extensions analytiques, il paraît *a priori* certain que les méthodes employées par M. Schwarz pour résoudre le problème énoncé à la fin du § 1 pourront être encore ici employées. Il en est bien ainsi, et l'on peut même ajouter une remarque intéressante : c'est que, pour le genre de problèmes envisagés, l'étude de l'équation (2) pour k différent de zéro est *plus simple* que celle de l'équation (1) qui n'en est cependant qu'un cas particulier ($k = 0$). La raison en est que nous pouvons, pour l'équation (3), *quand c n'est pas identiquement nul,* faire usage d'un lemme qui n'a pas son équivalent pour l'équation de Laplace.

» Ce lemme peut être ainsi énoncé : *Étant considéré un contour simple* C, *envisageons l'intégrale continue u de l'équation* (3) *prenant sur le contour une succession de valeurs dont la valeur absolue est inférieure à* M; *pour tout point* Q *intérieur au contour, il existera un nombre fixe q inférieur à l'unité, tel que l'on aura*

$$|u| < Mq.$$

» Ce lemme est évidemment inexact, quand c est identiquement nul. C'est ce qui fait que M. Schwarz a été obligé de recourir à une autre proposition, où l'on doit considérer seulement des fonctions harmoniques *dont la valeur moyenne est nulle sur le bord.* Au point de vue de la convergence des méthodes d'exhaustion qui donnent la solution des problèmes posés, c'est encore ce qui fait qu'il y a pour l'équation de Beltrami une condition nécessaire entre les données A, tandis que nous n'avons rien d'analogue pour l'équation (2).

» 5. Après ces remarques, il sera facile d'établir l'existence de la solution cherchée, et il suffira évidemment de se borner au cas d'un seul point singulier.

» On considère d'abord le cas d'une surface *ouverte,* c'est-à-dire que

nous traçons sur la surface un petit contour et enlevons la partie intérieure. Soit Σ la portion restante. Il est alors facile d'établir l'existence d'une solution uniforme de l'équation (2), continue dans Σ et prenant sur le contour des valeurs données; c'est une conséquence de ce que le procédé alterné s'étend à l'équation (2') ou à l'équation (3).

» Ceci posé, traçons sur la surface autour du point singulier o deux contours Γ et C, et soit Γ intérieur à C. Appelons Σ la portion de la surface extérieure à Γ. On se donne sur C une succession arbitraire de valeurs, et l'on détermine l'intégrale u_1 de (2) prenant ces valeurs sur C, et continue dans C, sauf au point o qu'elle a comme point singulier avec la valeur correspondante donnée de A. Cette fonction u_1 a certaines valeurs sur Γ; on détermine alors l'intégrale v_1 prenant ces valeurs sur Γ et continues dans Σ. Avec les valeurs de v_1 sur C, l'on forme une fonction u_2 ayant ces valeurs sur C et possédant en o la singularité donnée. On continue ainsi indéfiniment, et l'on a deux successions de fonctions

$$u_1, \quad u_2, \quad \ldots, \quad u_n, \quad \ldots,$$
$$v_1, \quad v_2, \quad \ldots, \quad v_n, \quad \ldots,$$

satisfaisant toutes à l'équation (2). Les v sont continues dans Σ, et les u sont continues à l'intérieur de C, sauf au point o où elles ont toutes la singularité donnée. Avec les remarques faites plus haut, on établit aisément que u_n et v_n convergent uniformément vers deux intégrales u et v de l'équation (2), définies respectivement à l'intérieur de C et dans Σ. Ces fonctions coïncident entre C et Γ; *leur ensemble donne la solution du problème proposé sur la surface fermée.*

» 6. Je termine par l'examen d'un cas particulier, qui va nous conduire à une transcendante intéressante. On voit facilement que, *dans le cas d'un tore,* le problème proposé se ramène à la considération, dans le plan (x, y), de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y)u,$$

$f(x, y)$ étant une fonction continue et positive, périodique séparément par rapport à x et par rapport à y. Il s'agit de trouver l'intégrale de cette équation ayant les mêmes périodes par rapport à x et par rapport à y, et ayant la singularité de nature indiquée en un point (α, β) et en ses homologues dans chacun des rectangles de périodes. Considérons particulière-

ment le cas où $f(x, y)$ serait constant, ce qui arrivera si le pouvoir émissif varie sur le tore suivant une loi convenable.

» On est ramené alors au problème d'Analyse suivant : Étant donnée l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = u,$$

trouver l'intégrale de cette équation ayant la période a par rapport à x et la période b par rapport à y, et continue sauf au point (α, β) et ses homologues, où elle devient infinie comme

$$G_0(r)\log r + G_1(r), \qquad [G_0(0) = 1],$$

cette expression étant une intégrale de l'équation

$$r\frac{d^2 u}{dr^2} + \frac{du}{dr} - ur = 0,$$

devenant infinie pour $r = 0$.

» Formons la fonction

$$\Theta(z, x, y) = \sum_{m=-\infty}^{m=+\infty} \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} e^{z\sqrt{(x-\alpha-ma)^2+(y-\beta-nb)^2}}$$

qui est définie pour z négatif; l'expression

$$u(x, y) = -\int_{-\infty}^{-1} \frac{\Theta(z, x, y)\, dz}{\sqrt{z^2-1}}$$

donne la solution du problème. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'eclipse de Soleil du 28 mai 1900 à Marseille et à Alger.* Note de M. STÉPHAN.

« L'éclipse de Soleil du 28 mai dernier a été observée, à l'observatoire de Marseille, par un très beau temps; elle n'y était que partielle, mais très accusée, puisque plus des $\frac{8}{10}$ du diamètre du Soleil ont été recouverts par la Lune.

» Les observateurs étaient :

» MM. Esmiol, avec l'équatorial d'Eichens, dont l'objectif a $0^m,255$ d'ouverture et 3^m de distance focale; Borrelly, avec le chercheur parallactique, dont l'objectif

a $0^{m},182$ d'ouverture et 2^{m} de distance focale; Coggia, avec un petit équatorial Secrétan, dont l'objectif a $0^{m},092$ d'ouverture et $1^{m},30$ de distance focale; Lubrano, avec une lunette Dollond, à monture azimutale, et dont la distance focale est de 1^{m} environ. Les deux premiers de ces instruments étaient légèrement diaphragmés.

» On a observé les instants des contacts et ceux des occultations, par le bord lunaire, de la plupart des taches, assez nombreuses, qui étaient visibles sur le disque du Soleil, et il est superflu d'indiquer que les temps observés se sont trouvés d'accord avec les prévisions de la *Connaissance des Temps*.

» La température, observée directement toutes les dix minutes et enregistrée par un instrument de Richard, a continué de s'élever pendant vingt minutes après le premier contact, puis a décru jusqu'à seize minutes après le milieu de l'éclipse; elle s'est ensuite relevée jusqu'à la fin du phénomène en atteignant un maximum de $24^{\circ},6$, après quoi elle a repris sa marche descendante normale.

» L'abaissement total de la température entre le commencement et le milieu a été de $3^{\circ},1$.

» La déclinaison magnétique a été également relevée de dix en dix minutes. Partant du maximum de $12^{\circ}.54',8$, vers le moment du premier contact, elle a diminué normalement, d'une façon constante, jusque vers le milieu du phénomène, est alors remontée de quelques dixièmes, puis a repris la marche décroissante, habituelle à cette heure de la journée.

» En ce qui me concerne personnellement, je suis allé observer l'éclipse à Alger, où elle était totale, avec un équatorial provenant de l'ancien observatoire de Marseille et dont l'excellente lunette, de Cauche, a 92^{mm} d'ouverture et $1^{m},35$ de distance focale.

» De même qu'un grand nombre d'astronomes étrangers, j'ai pu m'installer, dans les meilleures conditions, au bel observatoire de *La Bouzaréah* que M. Trépied a fondé et qu'il dirige avec tant de distinction. Je suis heureux de le remercier ici de sa cordiale hospitalité.

» Là aussi le ciel a été d'une pureté remarquable, grâce à laquelle j'ai eu la bonne fortune de revoir avec une grande netteté ce magique spectacle de la couronne et des protubérances solaires, que j'avais déjà observé, en 1868, sur la côte orientale de la presqu'île de Malacca, en compagnie de MM. Rayet et Tisserand.

» Un exposé plus complet des observations que je viens de mentionner fera l'objet d'une Note dans le *Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris*. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Soleil du 28 mai 1900 à l'observatoire de Bordeaux.* Note de M. G. RAYET.

« L'éclipse partielle du 28 mai s'est produite à Bordeaux (observatoire) dans un ciel légèrement nébuleux où se sont peu à peu formés de faibles cirrus ayant probablement pour cause le refroidissement dans le cône de pénombre.

» Les contacts ont été observés à une époque très voisine de celle donnée dans la *Connaissance des Temps* et avec la précision relative que l'on retrouve dans des observations de cette espèce.

	Temps moyen de Paris.	Observateurs.
	h m s	
Premier contact..........	3. 1.17,6	Doublet.
Deuxième contact.........	5.18.54,0	Doublet.
»	5.19. 4,5	G. Rayet.
»	5.19. 8,0	Esclangon.

» Avec les progrès du phénomène, le ciel et les objets ont, peu à peu, pris une teinte grise, légèrement livide, sorte d'atténuation de la coloration caractéristique des éclipses totales. En même temps, comme l'étendue de la surface apparente du Soleil diminuait (elle a été réduite à 0,17 à l'instant du maximum) la quantité de lumière diffusée par l'atmosphère s'est trouvée réduite et les ombres ont acquis une netteté comparable à celle des ombres données par la Lune.

» L'éclipse a été accompagnée d'un refroidissement sensible ainsi que le montrent les températures suivantes, relevées sous l'abri météorologique classique :

Temps moyen de Paris.	Température.	État hygrométrique.	
h m	°		
3. 0	24,6	34	
3.15	24,0	33	
3.30	23,6	33	
3.45	23,2	31	
4. 0	22,1	36	
4.15	21,8	31	Maximum de l'éclipse.
4.30	21,7	31	
4.45	22,3	33	
5. 0	22,7	34	
5.15	22,7	31	
5.30	22,7	31	

» La chute thermométrique de $3^h 0^m$ à $4^h 15$ est plus grande que celle qui convient à la variation diurne ordinaire, et à partir de $4^h 30^m$ la température s'est sensiblement relevée.

» La variation de l'intensité de la lumière diffuse a suivi une marche analogue à celle du thermomètre. Pour la constater, mes aides avaient découpé des bandes égales dans une même feuille de papier photographique sensible et, chacune d'elles ayant été exposée pendant le même nombre de minutes, l'intensité de leur coloration donne une mesure de l'intensité de la lumière photographique; cette intensité a diminué d'une manière constante de $3^h 12^m$ à $4^h 12^m$; elle a remonté ensuite jusqu'à la fin de l'éclipse et a baissé de nouveau avec la chute du Soleil vers l'horizon. L'observation a dû être poursuivie jusqu'à $7^h 25^m$ pour retrouver une quantité de lumière aussi atténuée que celle de la grande phase de l'éclipse. Ce dernier résultat donne une sorte d'indication sur le degré d'affaiblissement de la lumière au moment du maximum du phénomène. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète (FG) (Wolf-Schwassmann, 22 mai), faites, au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet *et* Féraud. Note de M. G. Rayet.

Planète (*FG*).

Dates. 1900.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα planète.	Δ℘ planète.	Observateurs.
Mai 25........	1	h m s 14.53.30,27	m s +1.56,70	' " — 1.15,88	Féraud
26........	2	14.23. 9,85	+5.40,11	— 4.21,93	G. Rayet
27........	3	14.50.55,86	+4.36,27	— 3.29,30	G. Rayet
28........	4	14.23.45,52	+3.34,56	— 2.35,51	G. Rayet
29........	5	14.29.18,14	+2.32,80	— 1.38,11	G. Rayet
30........	6	14.20.16,07	+1.31,64	— 0.36,99	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1900,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1...	S.D.-13°, n° 4239, rapportée à l'étoile 2...	h m s 15.39.54,82	s +3,74	° ' " 103.27.56,06	" + 9,85
2...	½[Weisse₁ H. XV, 614. — Munich₁ 11611].	15.35.10,08	+3,74	103.31.47,00	+10,67
3...	½[Weisse₁ H. XV, 614. — Munich₁ 11611].	15.35.10,08	+3,75	103.31.47,00	+10,18
4...	½[Weisse₁ H. XV, 614. — Munich₁ 11611].	15.35.10,08	+3,76	103.31.47,00	+10,15
5...	½[Weisse₁ H. XV, 614. — Munich₁ 11611].	15.35.10,08	+3,76	103.31.47,00	+10,13
6...	½[Weisse₁ H. XV, 614. — Munich₁ 11611].	15.35.10,08	+3,77	103.31.47,00	+10,10

Positions apparentes de la planète (FG).

Dates. 1900.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 25.......	10.42.17,23	15.41.55,26	$-\bar{2},934$	103.26.50,0	−0,868
26.......	10. 6. 5,87	15.40.53,93	$-\bar{1},161$	103.27.35,7	−0,866
27.......	10.30.51,43	15.39.50,10	$-\bar{2},919$	103.28.27,9	−0,868
28.......	10. 9.47,99	15.38.48,40	$-\bar{1},055$	103.29.21,6	−0,867
29.......	10. 1.25,42	15.37.46,64	$-\bar{1},086$	103.30.19,0	−0,866
30.......	9.48.28,91	15.36.45,49	$-\bar{1},143$	103.31.20,1	−0,866

La planète est de onzième grandeur.

BALISTIQUE. — *Sur le tracé des rayures dans les bouches à feu.* Note de M. Vallier.

« Les conclusions de la première Note sur cette question, que j'ai communiquée à l'Académie dans la séance du 23 avril dernier, ne peuvent être acceptées que sous réserves en ce qui concerne la première période du mouvement. On sait, en effet, que la mise en marche du mobile ne se fait pas sous l'action d'une pression infiniment petite, comme le supposent les formules théoriques, mais bien sous celle d'une pression très notable à laquelle s'est élevée la puissance des gaz de la poudre pendant la durée nécessaire à vaincre les inerties et surtout à produire le cisaillement des ceintures. Nous étudierons ultérieurement en détail ce dernier point. Pour le moment, après avoir ainsi réservé la question de la première période, nous allons reprendre l'étude du tracé le plus rationnel de la rayure, que nous désignerons dans la suite de cette Note sous la rubrique : *Rayure de moindre fatigue*. Le but que l'on se propose, en effet, est de communiquer au mobile une énergie de rotation déterminée avec le moins de fatigue possible pour les organes (cloisons et ceintures) et d'emprunt à l'énergie totale développée par l'explosif.

» Ce problème de moindre fatigue des organes serait évidemment résolu en faisant travailler le système sous un effort constant; mais, pour les motifs rappelés dans les lignes précédentes, on ne peut chercher à étudier la réalisation de ces conditions qu'à partir de l'instant où le maximum de pression est obtenu. Du reste, en admettant même la légitimité des formules à partir de l'origine du mouvement, l'examen de la courbe des pres-

sions et, au besoin, une discussion algébrique élémentaire démontreraient qu'il y aurait impossibilité à réaliser la constance de l'effort pendant la première période. Par suite, la directrice de moindre fatigue ne pourra être déterminée que pour la région comptée à partir du point de pression maximum.

» Les équations générales du mouvement du projectile dans l'âme, en conservant les notations déjà employées, et appelant f le coefficient de frottement des ceintures sur les cloisons, s'écrivent aisément

$$m\frac{d^2u}{dt^2} = P - R(\sin\eta + f\cos\eta),$$

$$m\mu r^2\frac{d^2\varphi}{dt^2} = rR(\cos\eta - f\sin\eta),$$

où φ représente l'angle dont a tourné le projectile, angle relié à l'angle η de la directrice développée par la relation

$$r\frac{d\varphi}{dt} = u'\,\mathrm{tang}\,\eta = \frac{dy}{dt},$$

y étant l'ordonnée de la développée correspondant à l'abscisse u.

» Dans la pratique, la faible valeur de l'angle η permet de prendre, en première approximation, les équations sous la forme

$$m\frac{d^2u}{dt^2} = P,$$

(1) $$m\mu r^2\frac{d^2\varphi}{dt^2} = R^2.$$

» Admettons maintenant que R soit constant dans les limites que nous allons adopter (depuis la pression maximum jusqu'à la fin du parcours), P étant, au contraire, l'effort variable défini par nos formules. Si l'on intègre successivement l'équation (1) entre les limites θ et t, où $t > \theta$, on écrira, se rappelant que l'indice zéro affecte les éléments du point de pression maximum,

(2) $$m\mu u'\,\mathrm{tang}\,\eta = m\mu u'_0\,\mathrm{tang}\,\eta_0 + R(t-\theta),$$

(3) $$m\mu(y-y_0) = m\mu u'_0\,\mathrm{tang}\,\eta_0(t-\theta) + \tfrac{1}{2}R(t-\theta)^2.$$

» Dans l'équation (2) on connaît les valeurs de u' et de $\mathrm{tang}\,\eta$ à la fin du parcours, et l'on peut ainsi définir R par la relation

$$R = m\mu(U'\,\mathrm{tang}\,\mathring{H} - u'_0\,\mathrm{tang}\,\eta_0) : T - \theta.$$

» Tout est connu dans cette expression, en vertu des formules déjà indiquées, à l'exception de l'angle η_0.

» Pour se donner cet angle η_0, il convient de savoir de quelle manière sera tracée la courbe de raccordement entre l'origine et le point u_0, y_0. Mais, quelle que soit cette courbe, on en déterminera les éléments par la condition qu'elle soit tangente à la directrice principale et que la pression au point $u_0 y_0$ soit la même sur les deux courbes. On démontre aisément que cette dernière condition exige que les deux courbes soient osculatrices au point considéré.

» *Raccordement rectiligne.* — Si l'on raccorde la courbe à l'origine par une ligne droite, les deux équations de condition seront

$$y_0 = u_0 \operatorname{tang} \eta_0$$

et

$$m\mu\omega P_0 \operatorname{tang}\eta_0 = m\mu(U' \operatorname{tang}\overset{\circ}{H} - u'_0 \operatorname{tang}\eta_0) : T - \theta,$$

d'où

$$\operatorname{tang}\eta_0 = mU' \operatorname{tang}\overset{\circ}{H} : \omega P_0 (T - \theta) + mu'_0,$$

et comme d'autre part on a, d'après les équations du mouvement rectiligne,

$$mU' = e\omega P_0 \theta V(Z) = mu'_0 V(\alpha) \quad \text{et} \quad mu'_0 = \omega P_0 \theta (e - 2),$$

la valeur de $\operatorname{tang}\eta_0$ s'écrit, toutes réductions faites,

$$\text{(4)} \qquad \operatorname{tang}\eta_0 = \frac{e-2}{Z+e-3} \operatorname{tang}\overset{\circ}{H} : V(\alpha),$$

e étant comme d'ordinaire la base des logarithmes népériens.

» *Raccordement parabolique.* — Une deuxième solution simple consiste à raccorder par une parabole du deuxième degré tangente en l'origine à la direction du mouvement de translation. L'équation de cette courbe est alors

$$y = \frac{\operatorname{tang}\eta_0}{2u_0} u^2,$$

et l'équation de condition s'écrit

$$\omega P_0 \operatorname{tang}\eta_0 + mu_0'^2 \frac{\operatorname{tang}\eta_0}{u_0} = m \frac{U' \operatorname{tang}\overset{\circ}{H} - u'_0 \operatorname{tang}\eta_0}{T - \theta},$$

qui, par les mêmes substitutions et réductions que plus haut, se réduit à

$$\text{(5)} \qquad \operatorname{tang}\eta_0 = \frac{\operatorname{tang}\overset{\circ}{H}}{V(\alpha)} : 1 + \frac{e^2 - 5e + 7}{(3-e)(e-2)}(Z - 1)$$

ou

$$(5\ bis)\qquad \operatorname{tang}\eta_0 = \frac{\operatorname{tang}\overset{\circ}{H}}{V(\alpha)} : 1 + \frac{798}{202}(Z-1) = \frac{\operatorname{tang}\overset{\circ}{H}}{V(\alpha)} : 4Z - 3,$$

en arrondissant les termes numériques du dénominateur.

» Si la parabole de raccordement n'a pas son sommet à l'origine, on trouve facilement qu'elle donnera pour η_0 des valeurs intermédiaires entre celles fournies par les équations (4) et (5) ou (5 *bis*).

» D'autre part, il est facile de constater que l'angle η_0 donné par (4) est supérieur à celui donné par (5) ou (5 *bis*); par suite, le tracé à raccordement rectiligne est celui qui entraîne pour R la moindre valeur, c'est-à-dire qui fatigue le moins la volée.

» En outre, il a sur le tracé complètement rectiligne l'avantage de réduire l'effort maximum dans le rapport de $\operatorname{tang}\eta_0$ à $\operatorname{tang}\overset{\circ}{H}$. Ainsi, pour des valeurs de α égales à 1,5, 2,0 et 2,5, ce qui comprend tous les cas actuels, l'effort est ramené à 0,78, 0,64 et 0,54 de sa valeur primitive.

» C'est pour ce double motif que nous croyons devoir désigner ce tracé sous le nom de *tracé de moindre fatigue*.

» *Trace de la courbe de moindre fatigue.* — La tangente initiale étant déterminée par les équations (4) ou (5), l'ordonnée y_0 s'en déduit par l'une des formules

$$y_0 = u_0 \operatorname{tang}\eta_0 \qquad \text{ou} \qquad y_0 = \tfrac{1}{2} u_0 \operatorname{tang}\eta_0,$$

suivant que l'on adopte le raccordement rectiligne ou parabolique. Dès lors, il n'y a plus qu'à construire la courbe par points, à l'aide de l'équation (3) et de celles qui donnent u en fonction du temps.

» Dans le cas de raccordement rectiligne, on peut écrire l'équation (3) sous la forme

$$(6)\qquad y = y_0\left[1 + \frac{(z-1)(z+0,44)}{0,564}\right],$$

et l'on peut dresser le Tableau suivant, qui embrasse, et au delà, tous les cas :

z..........	1	2	3	4	5	6
$\frac{u}{u_0}$........	1	5,22	12,05	20,36	29,40	38,80
$\frac{y}{y_0}$........	1	5,32	13,20	24,62	39,59	58,11

» On connaît de plus la tangente extrême $\operatorname{tang}\overset{\circ}{H}$ et l'on calcule l'or-

donnée Y à l'aide de (6). Le tracé est donc parfaitement défini. On peut même trouver en chaque point les tangentes à l'aide de $y' = \frac{y_0}{u'}\left(\frac{z}{0,564} - 1\right)$. Mais on se contentera pratiquement de substituer à la courbe la parabole définie par les deux points extrêmes et les tangentes en ces points.

» Quant au tracé par raccordement parabolique, il s'exécuterait de manière analogue, mais il ne nous a pas semblé utile de le détailler, puisqu'il ne correspond pas à la courbe de moindre fatigue. »

GÉOLOGIE. — *Sur la formation des couches de houille.* Note de M. GRAND'EURY.

» Cette question de la formation de la houille est une de celles qui continuent à diviser le plus les géologues.

» Après que Link, Sternberg, etc., eurent mis en avant l'idée que la houille est une formation de transport, Élie de Beaumont, Ad. Brongniart, Lindley, Göppert, Goldenberg, Stur, etc., soutinrent la formation sur place et la maintinrent en honneur pendant plus de cinquante ans. Après avoir eu montré, en 1882, que la houille est stratifiée comme les roches de sédiments, les deux théories ont été simultanément défendues : la *drift theory* ou formation allochtone ou de transport, par MM. Fayol, Firket, Schmitt, Galloway, etc.; et la *peat-bog theory* ou formation autochtone ou sur place, par Lesquereux, Dawson, Newberry, Briart, MM. Gümbel, Potonié, etc. Le plus grand écart d'opinion qui se soit produit à ce sujet se trouve entre le système de formation subaérienne de Dawson et le système de formation en eaux profondes, à la suite de deltas lacustres, de M. Fayol.

» Cependant MM. Gümbel, Seward, Geikie, etc., admettant le concours des deux procédés pour des bassins différents et pour des couches différentes, M. Gümbel avec la prédominance du tourbage, MM. Ochsenius, Jukes, Seward avec la prédominance du transport, ont contribué à rapprocher les deux théories que j'espère concilier, en démontrant, sous le bénéfice de mes précédentes Communications, que les deux moyens ont été mis en œuvre pour la formation des mêmes couches de houille.

» En examinant de nouveau avec attention la plupart des couches de houille du bassin de la Loire, je n'ai pas été peu surpris d'y constater, pour les partisans de la formation sur place, dans le mur, les nerfs et le toit, très souvent la présence de racines en place. Au-dessus des nerfs, en rapport avec ces racines, on trouve des tiges couchées, des rhizomes de Calamites, etc., faisant corps avec le charbon superposé. A Saint-Chamond, les souches de Cordaïtes enracinées dans les nerfs de la houille, sont complétées par des racines rampantes et entrelacées faisant partie d'un char-

bon formé des autres parties détachées des mêmes plantes qui, bien que couchées, gisent presque sur place. D'ailleurs, certains sols de végétation sont recouverts d'un peu de houille provenant de la chute des tiges, feuilles et détritus de décomposition des mêmes plantes sur leurs racines et rhizomes rampants. Il n'y a donc pas de doute qu'il ne se soit formé de la houille sur place ou presque sur place, des débris de la végétation paludéenne que nous avons vu s'être établie dans les bassins de dépôt pendant leur remplissage.

» D'autre part, les Stigmaria réputés par Göppert plantes génératrices de la houille, y sont répandus dans le Westphalien; ils abondent dans la partie inférieure de la grande couche de Dombrowa (Pologne russe), où ils m'ont bien paru avoir formé une partie notable du charbon. Ils constituent également, dans la houille stratifiée de Rive-de-Gier, des éléments nombreux de formation autochtone.

» Mais ces fossiles, tout mystérieux qu'ils restent sous certains rapports, sont maintenant assez bien connus comme représentant des plantes aquatiques dans toute l'acception du mot et, par suite, leur présence dans le charbon, en prouvant que celui-ci s'est accumulé sous une eau plus ou moins profonde, est, toutes choses égales d'ailleurs, plus avantageuse que contraire à la formation de transport de la partie principale de la houille.

» Du moins, à Saint-Étienne, dans les couches de houille, entre les nerfs pénétrés de racines, je ne suis parvenu à discerner, dans le charbon même, aucune racine en place. Lorsqu'on suit les racines descendant du toit ou des nerfs dans la houille, on les voit invariablement se recourber et s'étaler à sa surface sans y pénétrer. Cependant toutes les houilles renferment beaucoup de racines comme les tourbes; celle de la Bouble est formée, en grande partie, de Psaronius; mais les racines de la houille, toutes adventives, sont incomplètes et couchées parmi les autres débris de plantes transportées et stratifiées de ce combustible.

» Plus on examine de près celui-ci, plus on se convainc qu'elle est stratifiée par des écorces et feuilles déterminables posées à plat, comme dans les schistes. L'humus y domine, au dire de M. Potonié, comme dans les tourbes anciennes; mais cette matière fondamentale de la houille formant ses sillons ternes et amorphes est elle-même stratifiée par le classement des parties notamment du fusain, par des filets d'argile inclus; et je suis d'autant plus convaincu que la masse principale de la houille a été transportée dans le bassin de dépôts que beaucoup de couches ou portions de couches ne sont accompagnées d'aucunes racines en place.

» Pendant la formation de la houille, le bassin de dépôts était à l'état de lac marécageux, comme l'ont démontré MM. B. Renault et E. Bertrand, par leurs recherches micrographiques de la matière fondamentale de la houille. Cela résulte non moins de ce fait que les couches de houille ont généralement pour mur une argile schisteuse pénétrée de racines, ressemblant de tout point au sol de fond des tourbières et des marais.

» Or, la houille de transport est identique, on peut le vérifier à Saint-Étienne, à celle formée sur place par les forêts fossiles. Elle a donc été empruntée à des forêts également marécageuses, extralacustres, et non à des forêts de terres sèches. C'est seulement, en effet, dans des conditions comportant un excès d'humidité continuellement entretenue dans les eaux stagnantes de marais, qu'ont pu se conserver les matières végétales; celles-ci, sur terre sèche, auraient vite disparu dans le climat dissolvant de l'époque houillère, ou n'auraient produit qu'un terreau non susceptible de former de la houille, et dont seulement quelques veines de charbon terreux, dit *moure* ou *terroule,* ont pu tirer leur origine.

» Restitution faite de l'ancien état de choses, ne voit-on pas qu'il offre quelque analogie avec certains marais lacustres d'Europe et d'Amérique, au milieu desquels vont actuellement se déposer sous l'eau les produits tourbeux engendrés sur les bords?

» Quoi qu'il en soit, chaque lit de charbon résulte d'un apport d'alluvions végétales provenant de marais houillers environnants, dans le bassin de dépôt, au fond duquel elles se répandaient avec une continuité qu'expliquerait difficilement leur faible pesanteur spécifique, si la structure de la houille ne trahissait leur précipitation lente, sous la forme de matières flottantes tenues en suspension dans des eaux tranquilles.

» Il s'ensuivait, comme je l'ai démontré ailleurs, que la houille se tassait en se déposant. C'est pour cela sans doute que les racines des nerfs ne s'y sont pas enfoncées pour ne pas dépérir dans ce milieu tout au moins peu perméable. Je ne m'expliquerais pas autrement pourquoi, dans les mêmes circonstances, il y a si peu de houille tout entière formée sur place, si cela n'était plutôt dû à ce que les plantes poussaient mal à l'aise dans le bassin de dépôts. Car ce n'était vraisemblablement qu'en dehors de ce bassin, dans des marais permanents, qu'elles pouvaient croître sur leur résidu tourbeux comme les *Arundo* qui forment la base de la tourbe des pays chauds de la Floride. Mais de ces accumulations de matières végétales sur place, ce qui n'a pas été transporté dans le bassin de dépôts, n'ayant pas été recouvert de limon, a disparu : il n'en est resté, en général, que

la houille stratifiée dans le bassin. On verra qu'il en est de même des combustibles récents.

» Pendant la formation d'une couche de houille, le dépôt de charbon a été interrompu autant de fois que l'indique le nombre de bancs et de mises dont elle se compose et est accompagnée ; entre les bancs de charbon sont souvent intercalés des schistes, ceux-ci alternent avec la houille et lui sont parfois mélangés.

» Ces roches interstratifiées sont inséparables des couches de houille comme présentant avec elles les caractères d'une formation commune. Les boues et sables dont elles se composent étant restés, pendant le dépôt du charbon, longtemps en attente en arrière et au contact des marais, sont en effet imprégnés de l'humus et encombrés des fossiles de la houille ; ils ont de plus éprouvé des élaborations d'où sont résultées la transformation de tout le fer en sidérose, et, dans les grands horizons charbonneux du Plateau Central, des décompositions diverses suivies de nouvelles combinaisons chimiques.

» Aussi existe-t-il des rapports de gisement entre les couches de houille et leurs roches encaissantes surtout celles du toit, si bien que, moins sont marqués les caractères de formation ci-dessus, moins ces roches diffèrent des autres et plus elles sont de formation profonde, moins il y a de charbon.

» C'est ainsi que le puissant étage stérile, d'une épaisseur de 800^{m}, compris entre les couches de Bessèges et celles de Gagnières, que celui analogue qui, à Langeac (Haute-Loire), sépare les couches de la Vorède de celles de Marsanges, que les schistes fossiles en général de formation profonde, peu fossilifères et privés de racines le sont aussi de houille. La même différence qui distingue ces schistes improductifs des étages houillers productifs, se remarque aussi entre la partie sud stérile et la partie nord charbonneuse du Culm de l'Oural central que j'ai eu à explorer.

» Les assises de poudingues déposés sous l'action de courants d'eau violents, et par cela même peu profonds, sont moins dépourvues de houille que les roches fines déposées au fond des lacs, dans des conditions où il ne se forme plus de dépôts charbonneux, et où, du reste, les matières végétales qui ont formé la houille ne se seraient pas conservées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Mouchot soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Étude de la sphère complète de rayon quelconque. Extension de la trigonométrie sphérique aux figures imaginaires. Démonstration d'une formule non euclidienne ».

(Commissaires : MM. Poincaré, Appell.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire Perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome II de l'Ouvrage de M. *Ed. Suess*, intitulé « La face de la Terre », traduit et annoté sous la direction de M. *Emm. de Margerie*. (Présenté par M. de Lapparent.)

2° Un livret-guide des excursions en France du VIII[e] Congrès géologique international. (Présenté par M. Gaudry.)

3° Le tome XI des « Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier ». (Présenté par M. Dehérain.)

ASTRONOMIE. — *Éclipse totale de Soleil du* 28 *mai* 1900 *observée à Hellin* (*Espagne*). Note de M. **Hamy**, présentée par M. Faye.

« J'ai l'honneur de rendre succinctement compte de la mission qui m'a été confiée par le Bureau des Longitudes concernant l'éclipse de Soleil du 28 mai 1900.

» L'observation du phénomène a été favorisée par le beau temps. Les appareils étaient prêts à fonctionner le 27 au soir et, après plusieurs répétitions, chacun possédant son rôle, aucune fausse manœuvre n'était à redouter pour le lendemain.

» L'emploi de deux phonographes, l'un pour indiquer les opérations à exécuter pendant les courts instants de la totalité, l'autre pour enregistrer les heures des contacts, a rendu les plus grands services. Grâce à ces instruments et aux dispositions prises, M. Lagarde et moi avons suffi à faire fonctionner trois spectroscopes photographiques et trois appareils photographiques; de plus les quatre contacts et la région du spectre de la couronne avoisinant la raie verte λ 530 ont été observés à l'œil.

» Je tiens à signaler les services importants rendus par M. Lagarde, en cette occasion. En outre, des observations méridiennes et de l'observation des contacts qui lui reviennent à titre de travail personnel, il a, durant la totalité, exécuté des manœuvres complexes d'appareils délicats et, en toute circonstance, il m'a prêté un concours éclairé et dévoué.

» Sept photographies de la couronne ont été prises, dont plusieurs très étendues. Sa forme est caractéristique des périodes de minima d'activité solaire.

» Les spectroscopes photographiques ont fourni les images de plusieurs raies dont la position sera relevée plus tard. La raie verte caractéristique de la couronne, bien que tombant dans une région sensible des plaques orthochromatiques employées, n'a pas donné trace d'impression. Cette raie n'a pas été aperçue non plus dans le spectroscope organisé pour l'examen oculaire, qui a fourni un spectre continu, dans la région avoisinant la longueur d'onde λ 530. L'absence de la raie verte n'a pas permis d'utiliser mon grand appareil interférentiel, adjoint à ce spectroscope, appareil destiné à étudier la constitution physique de la raie demeurée invisible.

» Absorbé par les observations, je n'ai pas eu le temps de jeter un coup d'œil sur l'éclipse. Le phénomène a produit un grand enthousiasme chez les nombreuses personnes massées à 100^{m} de l'observatoire et maintenues par des gardes. Au commencement de la totalité, la foule a poussé des cris d'admiration, puis est devenue silencieuse; à la fin, des applaudissements ont salué l'apparition des premiers rayons solaires. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse totale de Soleil du 28 mai 1900. Observations faites à l'observatoire d'Alger.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Lœwy.

« L'éclipse totale du 28 mai a été observée à Alger dans un ciel d'une pureté admirable. La présente Note préliminaire a pour but d'indiquer sommairement les opérations effectuées dans cette occasion par mes collaborateurs et moi à l'observatoire. Mais, avant d'exposer les résultats de nos propres travaux, je demande à l'Académie la permission de lui communiquer les noms des savants étrangers ou français qui nous ont fait l'honneur de venir à côté de nous, dans notre observatoire, étudier le phénomène, chacun avec son programme et ses moyens particuliers.

» M. le Professeur Turner, directeur de l'observatoire de l'Université d'Oxford; M. le Professeur Newall, de l'Université de Cambridge, et Mme Newall arrivèrent à Alger le 15 mai. Leur installation, commencée dès le 16, fut terminée quelques jours avant l'éclipse. A ce moment ils furent rejoints par M. Wesley, Secrétaire de la Société

royale astronomique de Londres, auquel, en raison de sa très grande et toute particulière compétence dans les questions concernant l'étude de la couronne, j'ai été heureux de pouvoir confier notre équatorial coudé de $0^m,318$ pendant la durée de la totalité.

» A ce premier groupe d'astronomes sont venus se joindre successivement :

» M. Stéphan, directeur de l'observatoire de Marseille;
» M. Ströyberg, de l'observatoire de Copenhague;
» M. Cohn, de l'observatoire de Strasbourg;
» M. Archenhold, directeur de l'observatoire de Treptow-Berlin;
» M. Léo Brenner, directeur de l'observatoire Manora, à Lussinpiccolo (Autriche);
» Enfin, M. L. Janet, ingénieur au Corps des Mines à Paris, présent à l'observatoire le jour de l'éclipse, a bien voulu se charger de l'observation des deux contacts intérieurs à ma lunette pendant que d'autres devoirs me retenaient à l'équatorial photographique.

» Nous avons eu la satisfaction de voir les relations les plus cordiales établies dès le début et jusqu'à la fin maintenues entre les astronomes des différents pays, et notre joie a été grande de pouvoir applaudir au succès de tous nos Collègues.

» Nous aurions été heureux également de réserver une place auprès de nous à MM. Tacchini, Riccò, Gautier, Riggenbach et Wölfer; mais, dans le désir bien naturel de diviser les risques, ces savants avaient jugé plus prudent de s'établir en un autre point, Ménerville, station un peu plus rapprochée que la nôtre de la ligne centrale de l'éclipse, et dans laquelle, ainsi qu'ils ont bien voulu nous le faire savoir, ils ont obtenu, eux aussi, un succès complet.

» Le programme que j'avais préparé comprenait :

» 1° Les observations des quatre contacts ;

» 2° L'étude visuelle de la couronne;

» 3° La photographie de l'éclipse partielle;

» 4° La photographie de la couronne;

» 5° La photographie du spectre des lignes brillantes de la chromosphère dans la région qui s'étend de G à *h*;

» 6° La photographie du spectre de la couronne si toutefois la faible durée de l'éclipse totale pouvait permettre d'obtenir un résultat;

» 7° Observations thermo-actinométriques.

» *Observation des contacts.* — Je me borne à donner ici les heures obtenues par les divers observateurs, en réservant pour une Communi-

cation ultérieure les détails relatifs aux conditions instrumentales dans lesquelles ces observations ont été faites :

	Contacts.			
Observateurs.	I.	II.	III.	IV.
Trépied	$3^h.14^m.34^s$	»	»	$5^h.31^m.44^s$
Janet.......	»	$4^h.26^m.40^s$	$4^h.27^m.44^s$	»
Rambaud...	$3^h.14^m.34^s$	»	»	$5^h.31^m.36^s$
Sy.........	$3^h.14^m.30^s$	$4^h.26^m.39^s$	$4^h.27^m.44^s$	$5^h.31^m.37^s$

» Les heures sont données en temps moyen de Paris. La durée observée de la totalité a donc été environ de soixante-quatre secondes, alors que la durée calculée pour l'observatoire d'Alger était de soixante-sept secondes.

» Je m'étais proposé de rechercher si la Lune pouvait être aperçue avant le premier contact et après le dernier, sur l'atmosphère coronale; mais je n'ai réussi à découvrir aucune trace du disque de la Lune dans ces conditions. J'ai eu seulement, comme je l'avais eue, dans l'éclipse de 1882 observée en Égypte, l'impression de voir le contour de la Lune se prolonger à une distance d'une minute environ au delà du bord du Soleil, pendant la durée de l'éclipse partielle; mais il est très difficile de décider si une telle impression correspond à une réalité ou si elle n'est qu'une apparence illusoire. Il reste à examiner si l'étude des photographies de l'éclipse partielle permettra d'obtenir, à cet égard, quelque résultat positif.

» *Photographie de l'éclipse partielle et de la couronne.* — Le nombre obtenu de photographies a été de 28 pour l'éclipse partielle et de 6 pour la couronne. Elles ont été faites par M. Renaux, avec l'assistance de M. Evrard. L'épreuve positive sur verre que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est un agrandissement de deux fois d'une photographie obtenue en deux secondes de pose, seize secondes après le commencement de la totalité. L'objectif employé, de $0^m,16$ d'ouverture et de $1^m,03$ de distance focale, avait été diaphragmé à $\frac{1}{18}$.

» Parmi les photographies obtenues, il en est une qui me semble d'un très grand intérêt : prise dix secondes avant la totalité de l'éclipse, elle donne à la fois des images intenses des points de Baily, de la chromosphère, des protubérances et de la couronne. J'aurai prochainement l'honneur de présenter à l'Académie une épreuve de cette curieuse photographie.

» *Étude visuelle de la couronne.* — L'un des caractères distinctifs de la couronne dans cette éclipse est la grande netteté avec laquelle sont accusés

les rayons polaires ; par là, elle rappelle les couronnes de 1889 et de 1898. Examinée à l'aide d'une jumelle de Zeiss, d'un grossissement égal à 12, elle m'a paru s'étendre, dans sa partie ouest, jusqu'à la moitié de la distance de la planète Mercure, qui se voyait à environ trois diamètres et demi du bord du Soleil et dans le voisinage de l'équateur de cet astre.

» *Photographie du spectre des lignes brillantes de la chromosphère dans la région qui s'étend de* G *à* h. — Environ dix secondes avant le commencement de la totalité, ce spectre a été obtenu par M. Rambaud dans la région de G à h en une pose d'environ $0^s,2$ avec la fente normale au milieu du segment lumineux. L'appareil employé consistait en un prisme de Thollon dont le sulfure de carbone avait été préalablement distillé et mélangé de 2 pour 100 d'éther sulfurique. Le prisme était au minimum de déviation pour la raie G, et l'étendue angulaire du spectre depuis G jusqu'à h était de $5°,6$. La photographie obtenue, et qui sera étudiée, contient un nombre considérable de raies brillantes.

» La tentative faite pour obtenir les spectres de deux parties diamétralement opposées de la couronne à cinq minutes d'arc environ du bord du Soleil, dans l'équateur de cet astre, a donné un résultat négatif.

» *Observations thermo-actinométriques.* — Ces observations ont été faites par M. Gaultier à l'aide de deux thermomètres conjugués dans le vide, l'un à boule noircie, l'autre à boule brillante, établis à une hauteur de $1^m,20$ d'un sol gazonné. On observait ces deux thermomètres à une distance d'environ 4^m, au moyen d'une lunette, et de trente secondes en trente secondes. Depuis l'instant du premier contact, la baisse totale du thermomètre à boule brillante a été de $14°,4$; le minimum s'est produit à six minutes environ après le milieu de l'éclipse.

» Mais la marche du thermomètre à boule noircie a présenté une anomalie qu'il ne me paraît pas facile pour le moment d'expliquer et qui devra faire l'objet d'une étude spéciale.

» La température à l'ombre, sous abri, n'a baissé que de 1°5 pendant toute la durée de l'éclipse, mais sans passer par un minimum à aucun instant. Le thermomètre humide a suivi constamment une marche parallèle à celle du thermomètre sec, et enfin, la variation du baromètre n'a rien montré qui puisse être attribué à une influence quelconque de l'éclipse. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse de Soleil du 28 mai 1900.* Note de MM. **Meslin**, **Bourget** et **Lebeuf**.

« Les Universités de Montpellier et de Toulouse ayant décidé l'organisation à frais communs d'une mission en vue de l'observation de l'éclipse du 28 mai 1900, nous avons fait à Elche une série de déterminations que nous résumons dans cette Note.

» La station a été repérée en latitude et en longitude à l'aide de mesures qui ont duré pendant un mois, en utilisant un cercle méridien d'Eichens obligeamment prêté par l'Observatoire de Paris. L'heure a été ensuite comparée grâce à une communication électrique établie entre l'observatoire de San-Fernando et la station occupée par la mission espagnole dirigée par l'amiral Viniegra; nous avions à notre disposition deux chronomètres (Fénon n° 36 et Bréguet 999). Les contacts ont été observés à l'aide d'une lunette équatoriale de 108^{mm} de diamètre, de Secrétan (munie d'un mouvement d'horlogerie) et à l'aide de laquelle on a déterminé la longueur de la corde commune aux différents temps. Toutes ces mesures faites par M. Lebeuf seront ultérieurement réduites et publiées.

» Nous avons également obtenu une série de photographies de la couronne et du spectre de la couronne à l'aide des appareils suivants :

» Un équatorial photographique avec mouvement d'horlogerie de 16^{cm} d'ouverture, de 1^{m} de foyer avec objectif de MM. Henry (modèle de la carte de l'écliptique) [1], avait été muni d'une sorte de revolver photographique qui a permis d'obtenir huit épreuves pendant la totalité; sur le même axe était montée une chambre photographique à grand champ qui a été exposée pendant la durée entière de la totalité pour l'étude des planètes voisines du Soleil : ces appareils étaient maniés par M. Bourget assisté par M. Carrère, mécanicien à l'observatoire de Toulouse, qui avait aidé M. Lebeuf à l'installation des appareils astronomiques.

» M. Meslin avait apporté une lunette photographique raccourcie de Steinheil équivalente à 1^{m} de foyer qui a été utilisée pour prendre des images instantanées pendant les quelques minutes qui ont précédé la totalité et pendant celles qui l'ont suivie, ainsi qu'une série d'épreuves au

---

(1) Cet équatorial ainsi que la lunette et les chronomètres avaient été mis à notre disposition par M. Baillaud, Directeur de l'observatoire de Toulouse.

nombre de six pendant la durée de la totalité. Cet appareil avait été confié à M. Moye, de l'Université de Montpellier, qui l'a manœuvré avec beaucoup d'adresse et a exécuté très exactement le programme arrêté. Ces six épreuves ont été obtenues avec de courtes poses qui n'ont pas dépassé trois secondes et ont donné tout particulièrement les parties inférieures de la couronne avec les protubérances et les rayons curvilignes; les clichés montrent dans la partie inférieure de la couronne l'existence de plusieurs couches ellipsoïdales de pouvoir photogénique plus considérable, à peu près concentriques au Soleil et présentant un aplatissement vers les pôles, c'est-à-dire ayant sensiblement la forme générale de l'atmosphère coronale.

» L'équatorial photographique avait une clarté beaucoup plus considérable: il a fourni des épreuves à plus longue pose sur lesquelles on distingue les parties plus élevées de l'atmosphère du Soleil; sur les premières et les dernières d'entre elles, les régions inférieures présentaient alors de la solarisation et de l'irradiation malgré l'emploi de plaques Lumière antihalo, qui ont donné pour les autres épreuves d'excellents résultats.

» Enfin, M. Meslin a photographié l'image spectrale de la couronne à l'aide d'une chambre prismatique constituée uniquement par un réseau métallique concave de Rowland de 3^m de rayon recevant la lumière d'un héliostat. Il formait à l'aide du spectre diffracté de deuxième ordre sur une plaque $\frac{13}{18}$ une image spectrale correspondant aux radiations comprises entre F et M; le cliché, obtenu sur une plaque antihalo (non encore décolorée) montre des images formées par des cercles de 16^{mm} de diamètre sur lesquelles se manifestent les protubérances; on distingue les cercles qui correspondent aux raies H et K ainsi qu'à G'.

» Ce même appareil a servi au moment de la réapparition de la lumière à obtenir des spectres continus sur lesquels se détachent les bandes obscures du spectre solaire ayant la forme du croissant lumineux que le Soleil présentait à cet instant.

» Un peu avant la totalité, on a noté l'apparition des franges ondoyantes; nous reviendrons ultérieurement sur le détail de ces phénomènes en reprenant l'étude des clichés obtenus et la réduction des observations. »

ASTRONOMIE. — *Observations de l'éclipse de Soleil du 28 mai.* Extrait d'une Lettre de M. DE LA BAUME PLUVINEL à M. Janssen.

« Ainsi que je vous l'ai télégraphié, l'éclipse a pu être observée à Elche dans d'excellentes conditions atmosphériques. Le temps, qui avait été assez mauvais depuis notre arrivée à Elche, s'est rétabli complètement l'avant-veille de l'éclipse et le jour même du phénomène l'atmosphère était remarquablement pure.

» J'ai obtenu neuf images photographiques de la couronne avec mon appareil à trois objectifs de $1^m,50$ de foyer. Ces diverses épreuves, correspondant à des temps de pose différents, permettent de se rendre compte très exactement de la forme qu'a affectée la couronne. Elle appartenait au type bien caractérisé des couronnes de minimum d'activité solaire. Mes photographies sont presque identiques à celles que j'ai obtenues en 1889 aux îles du Salut : on y retrouve la même forme incurvée des panaches équatoriaux et les mêmes aigrettes aux pôles.

» Mercure est visible sur tous les clichés et permettra d'orienter exactement les images.

» J'ai aussi obtenu trois clichés avec un objectif à $2^m,70$ de foyer alimenté par mon cœlostat. Les plaques ont trop posé et ne donnent aucun détail que l'on ne puisse retrouver sur les clichés obtenus avec les objectifs de $1^m,50$ de foyer.

» D'une manière générale, les meilleurs clichés sont ceux qui ont posé peu, car dans une éclipse d'aussi courte durée le ciel est toujours très éclairé pendant la totalité et tend à voiler les plaques.

» Les meilleures images ont été obtenues sur plaques Lumière jaune (par conséquent peu sensibles) avec des actions photographiques $\left(100\frac{a^2}{f^2}t\right)$ égales à 12 et à 4.

» Mon spectroscope à un prisme avait sa fente dirigée suivant l'équateur solaire. Il a donné un spectre continu de la couronne s'étendant à 12′ environ du bord du Soleil. Il m'est impossible de retrouver dans ce spectre les raies de Fraunhofer que m'avait données l'éclipse du Sénégal. Quant aux raies brillantes, j'en compte environ 35. Elles ne sont guère visibles que d'un côté de l'équateur. De l'autre côté, l'activité solaire devait être bien moindre. Comme toujours, ce sont les raies H et K et les raies de

l'hydrogène qui sont les plus intenses. La raie coronale s'étend à 4′ ou 5′ du bord du Soleil.

» Mes deux prismes-objectifs, surtout celui en spath et quartz, ont donné de bons résultats. L'anneau coronal est bien visible, mais ne présente pas de contours définis. Les images monochromatiques de la chromosphère sont nombreuses et demanderont à être étudiées avec soin. L'épreuve obtenue à la fin de l'éclipse a été prise un peu après la réapparition du Soleil, mais elle est néanmoins intéressante, car elle montre les arcs de chromosphère en contact immédiat avec le bord du Soleil. Il y aura lieu de mesurer non seulement les positions de ces arcs, mais aussi leur longueur afin de déterminer les épaisseurs des diverses couches chromosphériques.

» J'avais aussi un grand spectroscope à six prismes pour l'étude spéciale de la raie coronale; mais probablement à cause de la faiblesse de la raie coronale, je n'ai obtenu aucune image.

» L'actinomètre Pellin a bien fonctionné. Je développerai la plaque à mon retour à Paris en même temps que des plaques exposées ici à la lumière de la pleine Lune et des plaques que j'exposerai à la lumière de la lampe étalon.

» Tels sont, mon cher Maître, les principaux résultats que j'ai pu obtenir. J'en suis assez satisfait, car les appareils ont bien fonctionné.

» Nous avons bien regretté que vous n'ayez pas pu venir observer cette éclipse et nous espérons que ce ne sont pas des raisons de santé qui vous ont retenu à Meudon. »

ASTRONOMIE. — *Sur la proportion de lumière polarisée de la couronne solaire.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« Délaissée depuis plusieurs années l'étude de la lumière polarisée de la couronne solaire, il m'a semblé utile de la reprendre maintenant que le photopolarimètre de M. Cornu permet d'en mesurer la proportion avec une grande précision, et d'en suivre les variations dans les éclipses ultérieures.

» Le premier problème à résoudre c'était pour ainsi dire le procédé opératoire, en vue d'obtenir de bons résultats dans un intervalle aussi court que celui de la totalité, et, puisque le maniement de l'appareil pour rechercher les azimuts convenables et égaliser les deux images entraîne

une dépense de plusieures secondes, il fallait restreindre le nombre des observations et viser à les réaliser dans des conditions préalablement établies.

» Ces conditions découlent de la connaissance des deux sections principale du faisceau partiellement polarisé, dont l'une, d'après l'ancienne observation de Pratzmowsky, est normale au bord du disque éclipsé, ce qui d'ailleurs se conçoit, en vertu de la nature même des choses. L'alidade de l'instrument étant mise au zéro du tambour divisé, et la ligne d'origine étant perpendiculaire au rayon du disque coïncidant avec l'écliptique, soit le sens présumé du grand axe de la couronne, j'ai dirigé la lunette vers sa partie orientale, en projetant le diaphragme rectangulaire sur un champ comprenant un tiers du disque lunaire. L'endroit visé est donc situé à 2′ ou 3′ du bord.

» Dans ces conditions, une seule observation était suffisante pour la mesure dont il s'agit. Heureusement, j'ai eu le temps de tourner de 90° le photopolarimètre, et il m'a été possible de faire une seconde lecture qui confirme assez bien la précédente, l'écart entre elles n'étant que de 2°. En adoptant la notation de M. Cornu ([1]), la première observation donne $-2\omega = 58°$, la seconde $\omega_2 - \omega_1 = 30°$; d'où $R = 0,53$ et $R = 0,50$. La proportion de lumière polarisée est donc 0,52.

» J'allais essayer un troisième azimut, mais mon assistant chargé du chronomètre m'ayant donné le signal convenu pour l'approche de la fin, j'ai quitté l'instrument et consacré les huit dernières secondes à regarder la couronne à simple vue. Elle était allongée dans le sens prévu, surtout du côté occidental.

» Je me fais un devoir d'exprimer ici ma reconnaissance à MM. les docteurs Llopis et Pomares, médecins distingués de la ville d'Elche, qui se sont chargés, le premier du chronomètre, le second d'éclairer les divisions du cercle. »

ASTRONOMIE. — *Éclipse de Soleil du 28 mai 1900, observée à Besançon.* Note de M. Gruey, présentée par M. Lœwy.

» Malgré l'état nébuleux d'un ciel variable, l'éclipse de Soleil du 28 mai a été observée à Besançon, suivant le programme que j'avais arrêté, à

([1]) Cornu, *Sur un nouveau photopolarimètre* (*Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de La Rochelle, 1882).

l'équatorial droit par M. Sallet, à l'équatorial coudé par M. Chofardet, et photographiée par M. Hérique à notre petit équatorial photographique.

» MM. Chofardet et Sallet ont, par des pointés alternant avec les passages, obtenu trois séries de différences d'ascension droite et de déclinaison pour les cornes pendant les quarante premières et les quarante dernières minutes et pour les limbes pendant les quarante minutes intermédiaires. Chaque série se compose d'une vingtaine de déterminations.

» M. Hérique a obtenu au total seize clichés répondant aux différentes phases. Chaque cliché présente deux photographies successives, l'une à l'entrée, l'autre à la sortie du champ, donnant ainsi la grandeur et la direction de la corde commune, à l'époque correspondante.

» La réduction de ces observations permettra sans doute de conclure les quatre corrections des diamètres de la Lune, du Soleil, des différences de leurs ascensions droites et de leurs distances polaires.

» Cette réduction est un peu longue et nous ne pouvons donner en ce moment que les époques des deux contacts extérieurs, dont l'observation a été gênée par les nuages.

MM. Chofardet.	1er contact.............	$3^h.21^m.28^s,7$	Temps moyen
»	2e »	5.29.57,6	de
Sallet.	2e »	5.30. 6,5	Besançon.

Phénomènes météorologiques observés pendant l'éclipse de Soleil du 28 mai 1900.

Nota. — Le temps est compté de 0^h à 24^h, à partir de minuit, temps moyen de Paris.

Heures.	Températures à l'ombre.	Températures au soleil.	État du ciel.
$14^h.30^m$	»	»	halo ordinaire faible, bleuâtre.
15.0	$21°,5$	$23°,4$	ciel vaporeux, disparition du halo ordinaire.
15.6	»	»	(commencement de l'éclipse) le ciel devient de plus en plus vaporeux.
15.10	21,1	22,0	même état du ciel.
15.20	21,1	21,6	même état du ciel.
15.30	21,2	21,5	cirro-stratus, à l'état diffus; ciel laiteux.
16.0	20,7	20,7	apparition d'un grand halo, avec l'arc circumzénithal vivement coloré, rouge du côté du Soleil et violet à l'opposé.
16.14	19,6	19,6	(maximum de l'éclipse) quelques cirro-cumulus passent devant le Soleil.
16.30	19,5	19,5	cirro-cumulus inférieurs, lumière faible.
16.50	19,7	19,7	id.

Heures.	Températures à l'ombre.	au soleil.	État du ciel.
h m	o	o	
17.0	20,1	20,2	bande d'alto-cumulus, grisâtres, voilant la partie supérieure du grand halo, parhélie à droite, sur le grand halo.
17.10	20,2	20,2	
17.15	»	»	(fin de l'éclipse).
17.20	19,9	19,9	réapparition du halo ordinaire avec halo circonscrit, d'un blanc brillant; l'arc circumzénithal est à son maximum de coloration, rouge intense.
17.30	»	»	disparition du grand halo; le halo ordinaire brille d'un blanc assez intense.
17.50	»	»	disparition du halo ordinaire.

ASTRONOMIE. — *L'éclipse partielle de Soleil du* 28 *mai* 1900 *à l'observatoire de Lyon*. Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Lœwy.

« Dans l'observation de l'éclipse partielle de Soleil du 28 mai dernier le but que nous nous proposions était multiple; nous voulions :

» 1° Comparer, au point de vue de la précision, l'observation directe des heures de contact à celle faite par projection sur un écran blanc;

» 2° Comparer ces heures directes à celles déduites de la mesure des flèches correspondant aux cordes communes aux deux disques;

» 3° Rechercher le *ligament noir* que nous avions signalé et expliqué lors de l'éclipse du 17 mai 1882 (1).

» Les observateurs étaient :

» M. Le Cadet, à l'équatorial coudé diaphragmé à 0^m,12, grossissement 150 (observation directe);

» M. Luizet, à la lunette de Biette, 0^m,12 d'ouverture, grossissement 150 (observation directe);

» MM. Guillaume et Lagrula, à l'équatorial Brunner, 0^m,16 d'ouverture, grossissement 100 (observation des contacts par projection et mesure des flèches sur les images projetées).

» Le ciel a été beau pendant la première moitié de l'éclipse, malgré la présence de cirrus et d'alto-cumulus élevés et d'abord assez rares : dans la seconde moitié et surtout aux environs du contact de sortie l'envahisse-

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1401.

ment progressif des cirrus affaiblit notablement les images qui deviennent ondulantes; cet affaiblissement est particulièrement sensible dans les images projetées sur l'écran.

» *Observation des contacts.* — Les résultats de l'observation des contacts sont, en temps moyen de Paris :

Observateurs.	Commencement.	Fin.	
	h m s	h m s	
Le Cadet	3.6.49,3	5.18.17,3	observation directe
Luizet	49,5	16,4	observation directe
Guillaume	50,4	13,6	observation par projection

» *Heures des contacts déduites des flèches.* — Les mesures de flèches sur les images projetées ont été poursuivies pendant un quart d'heure après ou avant le contact; leur discussion, faite par M. Lagrula, conduit aux heures suivantes :

Commencement.	Erreur probable.	Fin.	Erreur probable.
$3^h 6^m 51^s,4$	$\pm 3^s,3$	$5^h 18^m 16^s,3$	$\pm 3^s,8$

» De l'ensemble des nombres précédents, on paraît être en droit de conclure que, lorsque l'état du ciel est suffisamment beau, les trois méthodes d'observation étudiées ici sont sensiblement équivalentes, l'observation oculaire directe présentant cependant un léger avantage; et que, dans le cas contraire, l'observation du contact par projection doit être abandonnée. La méthode des flèches offre alors de son côté cet avantage qu'elle peut donner l'heure du contact alors même que les nuages auraient empêché de l'observer directement.

» *Ligament noir.* — La surface du Soleil, alors voisin d'un minimum de fréquence et d'étendue des taches, ne présentait que quelques petits noyaux dont les plus larges avaient 4″ et 5″ de diamètre angulaire, noyaux dont en outre l'obscurité était relativement faible. Malgré les conditions bien peu favorables, le ligament noir a été observé aux trois instruments lors des contacts des noyaux les plus larges avec le bord de la Lune.

» La lunette de l'équatorial coudé et celle de Biette étaient à l'air libre et un peu agitées par l'action d'un vent assez fort; aussi les images y étaient ondulantes et le ligament, quoique en général très net, n'y était pas permanent.

» A l'équatorial Brunner, abrité par sa coupole, avec lequel on observait alors directement et qui avait été disposé pour pouvoir passer pour ainsi dire instantanément de son ouverture entière $0^m,16$ à $0^m,10$ et $0^m,05$,

l'aspect du phénomène a été normal : par exemple, « à l'immersion du » plus grand des noyaux (5″) un ligament moins sombre que le noyau, » mais plus sombre que la pénombre sur laquelle il se détache, est devenu » peu à peu très nettement perceptible quatre secondes avec le contact du » noyau et du bord de la Lune ; ce ligament est d'ailleurs plus marqué avec » l'ouverture de $0^m,05$ qu'avec celle de $0^m,10$ et avec celle-ci plus qu'avec » l'ouverture entière. »

ASTRONOMIE. — *Éclipse de Soleil du* 28 *mai* 1900, *observée en ballon.* Note de Mlle **D. Klumpke**, présentée par M. Lœwy.

« A l'occasion de l'éclipse totale de Soleil du 28 mai, visible à Paris comme éclipse partielle, le Comité scientifique de l'Aéro-Club organisa une ascension chargée de faire des observations thermométriques à des altitudes élevées. La direction du ballon *Aéro-Club* fut confiée à M. le comte Henry de la Vaulx ; au bord de la nacelle se trouvaient comme observateurs M. le comte de Castillon de Saint-Victor, M. Maurice Guffroy et Mlle D. Klumpke que la Direction de l'Observatoire de Paris avait bien voulu autoriser à prendre part à cette expédition.

» Les instruments emportés étaient les suivants : un baromètre enregistreur Richard; un thermomètre Assmon (sec et mouillé), vérifié par M. Teisserenc de Bort; trois thermomètres fronde dont l'un, pendant toute la durée de l'ascension, est resté suspendu dans les cordages de la nacelle; les deux autres, avant chaque lecture, ont été agités à l'air libre (le thermomètre n° 14536, après vingt-trois minutes d'observation, est tombé dans le vide; des baromètres anéroïdes, une boussole, des jumelles, une montre Longine à seconde comparée avant et après l'ascension à a pendule, temps moyen, de l'Observatoire de Paris; un chronomètre Delépine (temps sidéral) prêté par l'observatoire de Meudon, comparé à la pendule Winnerl de l'Observatoire de Paris et qui devait servir à l'observation des contacts. Ces observations n'ont pu être faites, les bords du Soleil ayant été constamment voilés par les nuages. En vue de l'observation photographique de l'éclipse, M. Janssen avait obligeamment prêté à la mission un objectif Steinheil (foyer 36^{cm}) donnant une image au téléobjectif de 31^{mm}, grossissement 8,6 avec un tirage de $1^m,41$. Malheureusement. à cause de l'espace restreint qu'offrait la nacelle et des dimensions relativement grandes de la chambre noire, l'appareil photographique a dû rester à terre.

» A $1^h 36^m$ dans la plaine Saint-Denis, usine du Landy, le baromètre et le thermomètre fronde marquaient 767^{mm} et $24°,4$; le départ eut lieu à $2^h 16^m$ par un ciel fort brumeux et par un vent nord-nord-ouest. Lors du premier contact à $3^h 1^m$, nous étions à 1530^m, nous nous trouvions dans la première

couche de brume qui s'élevait jusqu'à 1800^{m} et que nous quittâmes à 3^{h}12^{m}. Le ciel était couvert et le Soleil à travers les nuages brillait comme un pâle disque d'argent.

» Les températures notées de 2^{h}16^{m} à 3^{h}1^{m} sont les suivantes :

Heure.	Altitudes corrigées.	Sec.	Mouillé.	Th. fronde.
2^{h}16^{m}	départ	»	»	»
2.31	500^{m}	»	»	17°,8 à l'air libre
2.34	625	+11°	+10°	»
2.40	900	+12,4	8,3	»
2.44	920	12,0	7,4	nacelle
2.45	990	»	»	13°,4

Heure.	Altitudes corrigées.	Sec.	Mouillé.	Th. fronde de la nacelle.
2^{h}47^{m}	1080^{m}	+10°,2	+7°,1	»
2.48	1080	»	»	14°,2
2.49	1190	9,4	6,4	»
2.52	1215	9,0	6,1	13,2
2.59	1530	6,7	4,2	10,4

» De l'heure du premier contact jusqu'à la plus grande phase nous passons de l'altitude 1530^{m} à l'altitude 2430^{m}; au nord se trouvent des stries bleuâtres illuminées; à 3^{h}7^{m}, une bande lumineuse embrasse tout l'horizon, nous coupons les nuages à 3^{h}9^{m}; à 3^{h}25^{m} nous entrons dans une seconde brume plus épaisse; le Soleil éclipsé se montre à travers les nuages; au sud et à l'ouest du Soleil, s'étendant sur un arc de 30° environ, se trouvent des alto-stratus vivement colorés qui changent de teintes pendant les différentes phases de l'éclipse; à l'opposé du Soleil se trouvent des stratus au ton plus foncé; à 3^{h}58^{m}, nous entrons dans une autre couche de brume.

» Les lectures faites pendant cette deuxième phase sont :

Heure.	Altitudes corrigées.	Sec.	Mouillé.	Thermom. dans la nacelle.
h m	m	o	o	o
3.2	1530	5,2	4,2	6,7
3.3	1530	5,2	4,0	»
3.5	1665	4,9	4,0	»
3.7	1755	4,0	3,2	»
3.9	1820	5,2	3,0	»

Heure.	Altitudes corrigées.	Sec.	Mouillé.	Nacelle.
h m	m	o	o	o
3.14	1845	6,2	2,1	»
3.17	1845	6,4	1,4	10,3
3.20	1890	6,2	2,4	10,2
3.22	1910	6,3	3,0	9,2

» A partir de 3^{h}22^{m} les lectures sont faites au thermomètre fronde, la clé du ventilateur étant tombée dans le vide.

Heure.	Altitudes corrigées.	Thermomètre fronde à l'air libre.	Thermomètre fronde dans la nacelle.
h m	m	°	°
3.40	1920	»	»
3.45	2115	+6	9,7
3.49	2205	+5	9,7

Heure.	Altitudes corrigées.	Thermomètre fronde à l'air libre.	Thermomètre fronde dans la nacelle.
h m	m	°	°
4.7	2340	+4	»
4.10	2430	»	+6,2

« A $4^h 10^m$, près du bord ouest du Soleil, apparaît une courte éclaircie; mais celle-ci fait bientôt place aux nuages qui continuent à voiler le Soleil pendant toute la durée de l'éclipse. Les alto-stratus à l'opposé du Soleil s'accentuent de plus en plus et se transforment en fracto-stratus.

» Voici les lectures thermométriques de la phase maximum jusqu'au dernier contact :

Heure.	Altitudes corrigées.	Thermomètre fronde à l'air libre.	Thermomètre fronde dans la nacelle.	Heure.	Altitudes corrigées.	Thermomètre fronde à l'air libre.	Thermomètre fronde dans la nacelle.
h m	m	°	°	h m	m	°	°
4.13	2430	2,4	5,4	4.41	2790	— 0,5	»
4.18	2565	3,0	4,2	4.45	2835	— 0,5	3,4
4.22	2655	+ 1,0	5,7	4.56	3105	— 2,5	+ 1,2
4.29	2720	+ 0,5	5,7	5. 0	3105	— 2,5	»
4.37	2745	+ 0,5	3,9	5. 8	3240	— 2,5	— 0,3

» De $5^h 20^m$ à $5^h 42^m$ nous rencontrons de la neige impalpable, la brume s'épaissit autour de nous, notre horizon se restreint, les bandes lumineuses au sud et à l'ouest du Soleil sont toujours visibles.

» Le baromètre et le thermomètre marquent :

Heure.	Altitudes corrigées.	Thermomètre fronde à l'air libre.	Heure.	Altitudes corrigées.	Thermomètre fronde à l'air libre.
h m	m	°	h m	m	°
5.15	3195	— 4	5.51	2575	+ 4
5.23	3285	— 3,5	5.54	2565	+ 2
5.35	3240	— 4,5	6. 6	2700	+ 0,4
5.42	3285	— 0,5	6. 9	2770	»
5.46	2990	+ 3			

» A $6^h 21^m$ les couches supérieures se séparent et le bleu du ciel sur lequel se projettent de délicats cirrus devient visible; à $6^h 27^m$ nous rentrons dans la brume, le Soleil est caché par les nuages; à $6^h 29^m$ les couleurs s'estompent peu à peu; de $6^h 15^m$ à $6^h 45^m$ nous tombons de 2745^m à 300^m et notre thermomètre remonte de $+0°,4$ à $+12°$ ($6^h 35^m$); nous atterrissons à $7^h 37^m$ à Saint-Cydroine (Yonne) à 2^{km} de Laroche, après avoir parcouru 136^{km} à raison de 25^{km} à l'heure en passant au-dessus de Balloy (27^{km} de Provins), Dixmont, la forêt d'Othe (Yonne). »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la Lune.* Note de M. H. **Andoyer**, présentée par M. Poincaré.

« J'ai déjà montré, dans deux Mémoires antérieurs, que les formules données par Delaunay pour le calcul de la longitude de la Lune avaient besoin d'être corrigées. J'ai calculé, en effet, tous les termes de la longitude qui sont de la forme km^p, $km^p e$ ou $km^p e'$, en désignant par k un coefficient numérique rationnel, par m le rapport des moyens mouvements du Soleil et de la Lune, par e et e' les excentricités des orbites de la Lune et du Soleil; et, si les quantités m, e, e' sont considérées comme du premier ordre, j'ai reconnu que, d'une façon générale, à partir du huitième ordre inclusivement, tous les résultats de Delaunay étaient inexacts. Les nombres que j'ai indiqués comme devant leur être substitués, ont d'ailleurs été obtenus par deux méthodes entièrement indépendantes, et, pour une partie d'entre eux, ils ont été vérifiés ultérieurement par M. G.-W. Hill.

» A la vérité, les erreurs commises par Delaunay sont faibles, et n'ont pas, en général, une bien grande importance pratique; mais, si l'on considère que le grand intérêt de l'œuvre de Delaunay réside surtout dans la forme analytique qu'il a donnée aux coefficients des inégalités des coordonnées de la Lune, et que, d'autre part, la détermination d'un nombre rationnel ne vaut que par son exactitude rigoureuse, il ne semblera pas superflu de chercher à rendre complètement exemptes d'erreurs les formules de l'illustre astronome.

» Voici, comme première continuation aux Mémoires rappelés cidessus, les corrections qu'il faut faire subir aux termes donnés par Delaunay dans l'expression de la longitude de la Lune, qui sont de la forme $km^p e^2$ et qui n'affectent que la variation.

» Dans le coefficient de $\sin 2D$ (*Mém. de l'Acad. des Sciences*, t. XXIX, p. 815) :

au lieu de $$+\frac{4.454.561.291}{3.538.944}e^2m^6,$$

il faut lire $$+\frac{4.460.085.131}{3.538.944}e^2m^6;$$

au lieu de $$-\frac{3.409.563.289.799}{566.231.040}e^2m^7,$$

il faut lire $$+\frac{1.862.947.433.401}{566.231.040}e^2m^7;$$

dans le coefficient de $\sin 4D$ (*ibid.*, p. 837) :

au lieu de $+\frac{3.753.095.699}{2.457.600}e^2m^6$,

il faut lire $+\frac{3.737.533.739}{2.457.600}e^2m^6$

» Il serait d'ailleurs facile, dans les formules ainsi corrigées, d'introduire à la place de m un autre paramètre rendant plus rapide la convergence des séries.

» Enfin, j'ajouterai que, dans les expressions du carré du rayon vecteur de la Lune et aussi du logarithme de ce rayon vecteur, j'ai calculé les termes des formes précitées, en poussant la précision aussi loin que dans le calcul de la longitude. On en déduirait sans peine, s'il en était besoin, les termes correspondants de l'expression de la parallaxe; mais l'on n'en pourrait déduire aucune comparaison avec les résultats de M. Delaunay, puisque celui-ci n'a donné la parallaxe qu'avec une précision insuffisante. J'espère pouvoir compléter très prochainement le calcul des termes de la forme km^pe^2. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les congruences de cercles et de sphères qui sont plusieurs fois cycliques.* Note de M. C. GUICHARD.

« En étudiant les diverses transformations qui permettent de passer d'une surface isothermique à une autre surface isothermique, j'ai reconnu qu'un certain nombre d'entre elles appartiennent à un groupe plus général, savoir : les transformations qui changent une congruence de sphères plusieurs fois cycliques en une congruence de même nature. C'est ce problème que je vais résumer dans cette Note.

» Tout d'abord, je rappelle qu'une sphère décrit une congruence cyclique si les coordonnées $x_1, x_2, \ldots, x_5$ de cette sphère sont des fonctions de u et v satisfaisant aux équations

$$(1) \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{h}\frac{\partial h}{\partial v}\frac{\partial\theta}{\partial u} + \frac{1}{l}\frac{\partial l}{\partial u}\frac{\partial\theta}{\partial v} + R\theta,$$

$$(2) \qquad x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_5^2 = h^2U^2 + l^2V^2.$$

On démontre, comme dans le cas de l'espace à trois dimensions, que si la congruence est plusieurs fois cyclique, l'équation (1) doit être à invariants

égaux. Ramenons cette équation à la forme canonique de M. Moutard. Soit :

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u \partial v} = M\theta, \tag{3}$$

cette équation. En appliquant le critérium des congruences cycliques, on voit que l'équation (3) doit admettre cinq relations $\xi_1, \ldots, \xi_5$, telles que

$$\xi_1^2 + \xi_2^2 + \xi_3^2 + \xi_4^2 + \xi_5^2 = U + V. \tag{4}$$

» Je désignerai d'une manière générale par E_p les équations de la forme (3) qui admettent p solutions dont la somme des carrés est égale à $U + V$. Le problème posé revient donc à trouver les équations E_5.

» Plaçons-nous d'abord dans le cas général où aucune des fonctions U et V ne se réduit à une constante. Le problème est alors du huitième ordre.

» A un système CC sont harmoniques ∞^4 systèmes O, 3O ; à un système O, 3O il y a deux systèmes CC harmoniques. On en déduit une *première transformation* de notre problème, transformation qui comprend, comme cas particulier, la transformation de M. Bianchi pour les surfaces à courbure totale constante.

» Un système O, 3O est conjugué à ∞^1 systèmes I, 5I. Le centre $M(x_1, x_2, x_3)$ d'une sphère I, 5I décrit un réseau de lignes de courbures et il existe quatre fonctions y_1, y_2, y_3, y_4 satisfaisant à la même équation de Laplace que x_1, x_2, x_3 et telles que

$$y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 = 0.$$

» Inversement, si un système I, 5I est donné, il existe ∞^2 systèmes O, 3O qui lui sont conjugués ; ces systèmes s'obtiennent par la résolution de deux équations de Riccati. De là une *deuxième transformation* du problème.

» Si l'on prend un système I, 5I, il y a ∞^4 systèmes 2I, 4I qui lui sont harmoniques ; à un système 2I, 4I, il y a deux systèmes I, 5I harmoniques, d'où il résulte une *troisième transformation* du problème.

» Si l'on part d'un système O, 3O, on trouve ∞^4 systèmes 3I, 3I qui lui sont conjugués ; inversement, chaque système 3I, 5I a pour conjugués quatre systèmes O, 3O ; de là une *quatrième transformation* du problème.

» Enfin, en prenant comme point de départ un système 2I, 4I, on peut obtenir ∞^1 systèmes 2O, 2O conjugués ; inversement, tout système 2O, 2O fournit ∞^2 systèmes 2I, 4I qui lui sont conjugués. Il en résulte une *cinquième transformation* du problème.

» *Remarque I.* — Toutes les transformations qui viennent d'être indiquées ne sont pas distinctes. J'indiquerai, dans un Mémoire détaillé, le mécanisme de ces transformations ainsi que les relations qui existent entre elles.

» *Remarque II.* — La méthode qui vient d'être suivie indique un certain nombre de solutions particulières du problème posé. Prenons par exemple, dans l'espace à trois dimensions, un réseau O, 3O; la sphère-point qui lui correspond décrit toujours une congruence I, 5I. La recherche des réseaux O, 3O dans l'espace à trois dimensions, quand on ne recherche que la direction des éléments, est le problème E_3. On a ainsi un passage du problème E_3 au problème E_5. Je montrerai d'une manière générale comment la résolution du problème E_p permet d'avoir des solutions particulières des problèmes E_{p+1} et E_{p+2}. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — « *Sur les séries divergentes* » : *rectification à une Note précédente*. Note de M. **Le Roy**, présentée par M. Poincaré.

« Je me suis aperçu d'une erreur dans ma Note du 14 mai dernier. M. Phragmén a fait en même temps la même remarque et sa démonstration m'a été gracieusement communiquée. Cette démonstration et la mienne sont d'ailleurs absolument semblables. En voici le principe :

» Soit

$$J(z, t) = \sum_0^\infty z^n e^{-n^2 t} \qquad (t > 0).$$

On a

$$J(z, t) + J\left(\frac{1}{z}, t\right) - 1 = \vartheta_3\left(\frac{Lz}{2t\pi}\middle|\frac{ti}{\pi}\right) = \sqrt{\frac{\pi}{t}}\, e^{\frac{(Lz)^2}{4t}}\, \vartheta_3\left(\frac{Lz}{2t}\middle|\frac{\pi i}{t}\right).$$

On conclut aisément de là que, si t tend vers zéro, $J(z, t)$ tend uniformément vers $\frac{1}{1-z}$, *pourvu que z reste dans un domaine limité par la spirale logarithmique* $\rho = e^{\omega}$ $(z = \rho e^{i\omega})$ *et par la spirale symétrique de la première par rapport à l'axe réel du plan z*. Cette région contient, bien entendu, tout le cercle de rayon 1.

» L'intégrale de Cauchy montre ensuite que, si la série $\sum_0^\infty \alpha_n z^n$ définit une fonction $f(z)$ holomorphe autour de l'origine, l'expression $\sum_0^\infty \alpha_n z^n e^{-n^2 t}$ tend vers $f(z)$, quand t tend vers zéro, *sur tout arc du cercle de convergence où la fonction $f(z)$ est régulière et même un peu au delà de cet arc.*

» Le théorème en question ne peut donc pas servir à obtenir le prolongement de $f(z)$ dans tout son domaine d'existence, ni à démontrer le théorème de M. Mittag-Leffler sur le développement de $f(z)$ en série de polynomes. *Mais il permet de déterminer les points singuliers de $f(z)$ qui sont situés sur le cercle de convergence de cette fonction.*

» Pour retrouver les résultats que j'avais énoncés, il faudrait chercher si l'on ne peut pas déterminer des entiers positifs λ_n tels que $\sum_0^\infty z^n e^{-\lambda_n t}$ soit pour $t > 0$ une fonction entière de z et tende vers $\frac{1}{1-z}$ quand t tend vers zéro, quel que soit z non réel et supérieur à 1.

» Cette généralisation est liée à une théorie générale des séries divergentes sur laquelle je me propose de revenir.

» Enfin, j'ajoute que, pour z non réel et supérieur à 1, l'expression $J(z, t)$ considérée plus haut devient une fonction oscillante quand t s'annule, si $|z|$ est assez grand. Dans ce cas, la considération de certaines intégrales divergentes, sommables par un procédé analogue à celui que j'ai indiqué à la fin de ma dernière Note, semble permettre d'attribuer à $J(z, t)$ une *vraie valeur* pour $t = 0$, vraie valeur qui est justement $\frac{1}{1-z}$. Mais c'est un point sur lequel je reviendrai. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition des groupes finis continus de transformations de Lie* (¹). Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Appell.

« *Définition.* — Un groupe fini continu de transformations de Lie est dit *décomposable* si l'on peut y trouver deux sous-groupes A et B d'ordre > 1, tous deux $< D$, et tels que toute transformation de D soit le produit d'une transformation a de A par une b de B. Nous posons

$$D = A \times B = AB.$$

(¹) Certains résultats analogues à ceux qui sont contenus ici ont été indiqués par nous pour la *théorie des substitutions*, soit au *Congrès de Boulogne*, 1899 (*Ass. fr. pour l'avanc. des Sc.*), soit dans le *Bull. Soc. math.*, t. XXIV, p. 85, et t. XXVIII, p. 1.

» De même, quand il existe un groupe $D > A$ et B et tel que $D = AB$, on dit que A et B sont échangeables [1].

» Théorème I. — *La condition nécessaire et suffisante pour que les groupes* A *et* B *entre* $x_1, \ldots, x_n$ *contenant la transformation identique* [2] *soient échangeables est que le groupe* $D = (A, B)$, *dérivé de* A *et* B, *n'ait d'autres transformations infinitésimales que celles de la forme* $E + E'$, *si* E *et* E' *sont les formes les plus générales des transformations infinitésimales de* A *et* B.

» Théorème II. — *La condition nécessaire et suffisante pour que les deux groupes* A *et* B *à* r_1 *et* r_2 *paramètres soient échangeables est que le groupe* D *dérivé de* A *et* B *soit à* $r_1 + r_2 - m$ *paramètres,* m *étant l'ordre du sous-groupe* C *des transformations communes à* A *et* B.

» En nous appuyant sur la détermination des groupes simples faite par MM. Killing et Cartan, nous avons établi le théorème suivant :

» Théorème III. — *Tout groupe fini continu de transformations de Lie est décomposable, quand il a au moins deux paramètres* [3].

» Théorème IV. — *Le problème de la recherche des sous-groupes transitifs des isomorphes holoédriques et transitifs d'un groupe donné est compris dans celui de la recherche des décompositions de ce groupe en un produit de deux sous-groupes, et lui est équivalent, quand ce groupe est simple.*

» En remarquant que les propriétés indiquées par nous dans une Note précitée du *Bulletin de la Société mathématique* (§ 3) pour les groupes de substitutions ont encore lieu pour les groupes finis continus [4], nous arrivons aux théorèmes suivants :

» Théorème V. — *Étant donné un groupe transitif* G *dans l'espace* $x_1, \ldots, x_n$ *qui laisse invariantes les deux divisions de cet espace*

$$(P) \qquad \Omega_1(x_1, \ldots, x_n) = \alpha_1, \ldots, \Omega_{n-p}(x_1, \ldots, x_n) = \alpha_{n-p'},$$
$$(Q) \qquad O_1(x_1, \ldots, x_n) = a_1, \ldots, O_{n-q}(x_1, \ldots, x_n) = a_{n-q'},$$

---

(1) Comparer Killing, *Math. Ann.*, t. XXXIV, p. 57, et Cartan, *Thèse de doctorat*, p. 52 : leur définition de la décomposition est différente.

(2) Nous ne considérons dans ce qui suit que des groupes contenant la transformation identique.

(3) Il en résulte notamment la possibilité de former, pour chaque groupe de Lie à au moins deux paramètres, deux suites au moins analogues à celles du lemme II et du théorème I de la précédente Communication.

(4) Il suffit de remplacer dans les démonstrations les produits et quotients par des sommes et différences.

la condition nécessaire et suffisante pour que l'ensemble des multiplicités générales Q, *permutées avec une d'elles* Q_0 *par les transformations de* (P_0), *forme une multiplicité d'une division* Φ *de l'espace* $x_1, \ldots, x_n$ *invariable par* G, *est que* (P_0) *et* (Q_0) *soient échangeables,* (P_0) *et* (Q_0) *étant formés respectivement des transformations de* G *qui laissent invariables les multiplicités* P_0 *et* Q_0 *de* P *et* Q *contenant un même point* π_0 *de position générale. La division* Φ *a* $p+q-s$ *degrés de liberté,* $r-n+s$ *étant l'ordre du groupe commun à* (P_0) *et* (Q_0).

» Ce théorème comporte une interprétation géométrique; la voici pour l'espace ordinaire :

» *Corollaire*. — Étant donné un groupe G transitif entre les trois variables x, y, z qui laisse invariables les deux systèmes de courbes

$$(P) \qquad \Omega_1(x,y,z)=\alpha_1, \qquad \Omega_2(x,y,z)=\alpha_2,$$
$$(Q) \qquad O_1(x,y,z)=a_1, \qquad O_2(x,y,z)=a_2,$$

la condition nécessaire et suffisante pour que l'ensemble des courbes Q permutées avec une d'elles Q_0 rencontrant P_0 par les transformations de (P_0), ou encore pour que l'ensemble des courbes Q qui rencontrent la courbe P_0 de P forme une surface appartenant à un système simplement infini de surfaces formant une division de l'espace invariable par G, est que les groupes (P_0) et (Q_0) soient échangeables, (P_0) et (Q_0) étant formés respectivement des transformations de G qui laissent invariables les courbes P_0 et Q_0.

» Le théorème précédent comporte encore une interprétation dans la théorie des systèmes d'équations aux dérivées partielles.

» Théorème VI. — *Tout étant posé comme au théorème* V, *si*

$$(1) \qquad \begin{cases} Y_1=0, \ldots, Y_p=0, \\ Z_1=0, \ldots, Z_q=0 \end{cases}$$

sont les systèmes complets d'équations linéaires aux dérivées partielles qui définissent deux divisions P *et* Q *invariables par le groupe transitif* G, *la condition nécessaire et suffisante pour que l'ensemble des équations* (1) *forme un système complet est que* (P_0) *et* (Q_0) *soient échangeables. Ce système complet est formé de* $p+q-s$ *équations indépendantes si* $r-n+s$ *est l'ordre du groupe commun à* (P_0) *et* (Q_0).

» Théorème VII. — *Un groupe* G *dont tous les sous-groupes sont deux à deux échangeables est intégrable.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de l'équation* $\Delta u = fu$. Note de M. **J.-W. Lindeberg**, présentée par M. Picard.

« Soient c la circonférence d'un cercle C de rayon R ayant l'origine pour centre, f une fonction donnée de x et y, et Φ_c une fonction définie en tout point de c. Désignons encore par ρ et φ les coordonnées polaires d'un point x, y, et faisons les hypothèses suivantes :

» 1° La fonction f est continue et admet une limite inférieure positive et non nulle dans C ;

» 2° Elle possède des dérivées partielles des trois premiers ordres, finies et continues dans C, le contour compris ;

» 3° La fonction Φ_c admet des dérivées des deux premiers ordres par rapport à Φ, finies et continues.

» Cela posé, nous allons montrer qu'*on peut trouver une fonction* V *de* x *et* y, *finie et continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres dans* C, *et satisfaisant aux conditions*

$$\Delta V = fV \text{ dans C}, \qquad \frac{dV}{dn} = \Phi_c \text{ sur } c,$$

$\frac{dV}{dn}$ *désignant la dérivée de* V *prise dans la direction de la normale intérieure.*

» Soit u_1 la fonction satisfaisant aux relations

$$\Delta u_1 = fu_1 \text{ dans C}, \qquad u_1 = 1 \text{ sur } c,$$

et désignons par k le minimum du module de $\frac{du_1}{dn}$ sur c; on démontre que

$$k > 0.$$

» De cette inégalité on conclut que, u étant une intégrale de l'équation $\Delta u = fu$ et M désignant le maximum du module de u sur c, il existe deux constantes positives α et η, telles que

$$(a) \qquad |u(R - \delta n, \varphi)| < M(1 - \alpha\,\delta n),$$

pour $\delta n < \eta$. De plus on aura, dans C,

$$(b) \qquad |u| < \frac{g}{k},$$

g désignant le maximum du module de $\frac{du}{dn}$ sur c.

» Soit maintenant δn_0 une valeur de δn inférieure à η et posons

$$\delta n_i = \frac{\delta n_0}{2^i}.$$

» A chaque valeur entière et positive de i nous ferons correspondre une suite de fonctions

$$U_i^1, \quad U_i^2, \quad \ldots \quad U_i^n, \quad \ldots$$

définies par les conditions

$$\begin{array}{ll}
\Delta U_i^1 = f U_i^1 \text{ dans C;} & U_i^1 = -\Phi_c \delta n_i \text{ sur } c, \\
\Delta U_i^2 = f U_i^2 \text{ dans C;} & U_i^2 = U_i^1(R - \delta n_i, \varphi) \text{ sur } c, \\
\ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots \\
\Delta U_i^n = f U_i^n \text{ dans C;} & U_i^n = U_i^{n-1}(R - \delta n_i, \varphi) \text{ sur } c. \\
\ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots
\end{array}$$

» L'inégalité (a) nous donne le moyen de montrer que les fonctions

$$U_i = \sum_n U_i^n$$

vérifient l'équation $\Delta U = fu$, et qu'on a, dans C,

$$|U_i| < \frac{K}{\alpha},$$

K désignant le maximum du module de Φ_c. D'ailleurs, on aura

$$U_i(R - \delta n_i, \varphi) - U_i(R, \varphi) = \Phi_c \delta n_i.$$

» Ceci établi, on démontre que le module de la dérivée $\frac{\partial^2 U_i}{\partial \rho^2}$ admet dans C une limite supérieure G, ce qui entraîne l'inégalité

$$\left| \frac{dU_i}{dn} - \Phi_c \right| < \frac{G\,\delta n_0}{2^{i+1}},$$

d'où

$$\left| \frac{d}{dn}(U_{i+1} - U_i) \right| < \frac{G\,\delta n_0}{2^i}$$

et, par suite, à cause de (b),

$$|U_{i+1} - U_i| < \frac{G\,\delta n_0}{k\,2^i}.$$

» Donc, la série $\sum_i (U_{i+1} - U_i)$ est uniformément convergente dans C, et représente par conséquent une intégrale de l'équation $\Delta u = fu$.

» On démontre de même que la série

$$\sum_i \frac{\partial}{\partial \rho}(U_{i+1} - U_i)$$

converge uniformément dans le cercle C et, comme la valeur de cette série sur la circonférence c est égale à $-\Phi_c$, la fonction

$$V = \sum_i (U_{i+1} - U_i)$$

satisfait bien aux conditions

$$\Delta V = fV \text{ dans C}; \qquad \frac{dV}{dn} = \Phi_c \text{ sur } c.$$

» Le théorème annoncé au début est donc démontré.

» La théorie de la représentation conforme permet de l'étendre à toute aire limitée par un contour régulièrement analytique.

» Le problème que nous venons de résoudre sera traité avec plus de détails dans un Mémoire qui paraîtra bientôt. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'état électrique d'un résonateur de Hertz en activité.* Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart.

« Je supposerai, dans tout le cours de cette Note, que les résonateurs filiformes circulaires ont leur plan perpendiculaire à la direction des fils qui concentrent le champ (position I).

» *Résonateur complet.* — Un résonateur maintenu dans la position I et déplacé dans son plan manifeste un maximum de longueur d'étincelle au micromètre lorsque le rayon qui passe par le micromètre est perpendiculaire au plan des deux fils tendus (azimuts 0° et 180°). On observe un minimum sensiblement nul lorsque ce rayon est dans le plan des fils (azimuts 90° et 270°) [1].

» *Résonateur à quatre micromètres.* — En utilisant un résonateur à quatre micromètres disposés aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires on constate que les deux micromètres situés dans les azimuts 0° et 180° vibrent, alors que les deux autres micromètres sont éteints. Une rotation du résonateur de 90° dans son plan rend actifs les micromètres éteints et réciproquement.

» Si l'on déduit l'état électrique des divers points d'un résonateur de la mesure des

---

[1] Pour la définition des azimuts, voir une Note précédente : *Sur le résonateur de Hertz* (*Comptes rendus,* 31 janvier 1898).

étincelles au micromètre lorsqu'on déplace le résonateur dans son plan, on est donc conduit à la conclusion suivante : *Le résonateur présente deux ventres de vibration diamétralement opposés, situés dans les azimuts* 0° *et* 180°, *et deux nœuds situés dans les azimuts* 90° *et* 270°.

» Cette conclusion ne s'accorde pas avec la loi expérimentale qui indique que, abstraction faite de la perturbation micrométrique, la longueur du résonateur est égale à la demi-longueur d'onde des oscillations qui l'excitent. De plus, la symétrie s'oppose à ce que les ventres diamétralement opposés du résonateur soient de signes contraires. La distribution des ventres et des nœuds le long du résonateur s'explique dès lors difficilement.

» *Résonateur à coupure mobile.* — Ce résonateur est construit de manière à rendre aisément variable l'angle que fait le rayon qui passe par le milieu de la coupure avec le rayon qui passe par le micromètre. La distance explosive maxima de l'étincelle du micromètre décroît progressivement lorsque le micromètre se rapproche de la coupure, celle-ci étant constamment maintenue dans l'azimut 180°.

» Si l'on déplace le long de la tige d'un résonateur en activité une petite bobine de fil fin attelée à un téléphone, le bruit entendu dans le téléphone pendant le déplacement, relativement faible lorsque la bobine investigatrice est voisine de la coupure, croît lorsque la bobine se rapproche du point du résonateur le plus éloigné de la coupure.

» *Le résonateur à coupure se présente donc comme ayant un nœud de vibration à chaque extrémité limitant la coupure et un ventre au point diamétralement opposé à la coupure.*

» Cette conclusion, en désaccord avec la première, ne s'accorde pas non plus avec le fait que, si l'on diminue la longueur de la coupure jusqu'à permettre l'explosion d'une étincelle entre ses deux extrémités, on y obtient des étincelles de longueur maxima.

» Je me suis proposé d'appliquer à la recherche pour laquelle j'avais imaginé les expériences ci-dessus une méthode qui permette de se rendre compte au même instant de l'état électrique des divers points du résonateur tout le long du conducteur qui le constitue. A cet effet, j'ai renfermé tout le résonateur, sauf le micromètre, dans un tube de verre de forme circulaire dans lequel on raréfiait suffisamment l'air pour permettre au conducteur du résonateur de produire la luminescence de cet air raréfié. Si la raréfaction est convenable, le résonateur décèle les états électriques qui se succèdent le long de l'arc conducteur qu'il forme par la luminescence que ce conducteur produit aux divers points du tube. La luminescence ainsi produite peint aux yeux par son éclat plus ou moins vif, plus ou moins estompé, l'état électrique des divers points du résonateur en activité qui la produit.

» Il était à craindre, dans l'emploi de ce dispositif, que la luminescence

de la gaine gazeuse qui enserre le résonateur ne soit produite par les fils mêmes qui concentrent le champ, au lieu de provenir de la seule action du conducteur qui forme le résonateur. La luminescence est seulement produite par le résonateur, car le tube de verre circulaire privé du conducteur et disposé dans les mêmes conditions ne devient pas lumineux, bien que l'air y soit raréfié au même degré qu'auparavant.

» Les observations faites sont les suivantes :

» *Résonateur complet.* — Le micromètre est dans un des deux azimuts de maximum d'étincelle (0° ou 180°). La luminescence ne se produit pas tant que le micromètre est fermé. Dès qu'il est ouvert, elle se produit, très faible, aux environs immédiats des pôles du micromètre; elle est nulle dans toute autre région. La luminescence se produit de part et d'autre du micromètre, le long d'arcs égaux, de plus en plus grands à mesure qu'augmente la distance explosive du micromètre. Quand les pôles du micromètre sont trop éloignés pour qu'il s'y produise des étincelles, la luminescence est maxima, elle intéresse, de part et d'autre, des arcs de 120° à 150°. La seule région qui reste obscure est la région diamétralement opposée au micromètre. La luminescence décroît d'ailleurs et s'estompe depuis le voisinage du micromètre, où elle est la plus intense, jusqu'à la région obscure. Si l'on déplace le résonateur dans son plan, le micromètre passant de l'azimut de maximum 0° à l'azimut d'extinction 90°, la luminescence accompagne le mouvement du résonateur. Les deux axes lumineux diminuent de grandeur lorsqu'on se rapproche de l'azimut d'extinction. La luminescence cesse complètement dès qu'on atteint cet azimut.

» *Résonateur à coupure :* 1° *Coupure dans l'air raréfié.* — Les azimuts d'extinction et de maximum d'effet sont les mêmes que pour un résonateur à coupure dans l'air. Les maxima ont lieu lorsque la coupure est dans l'azimut 0° ou dans l'azimut 180°. La coupure étant disposée dans l'azimut 180° et *le micromètre étant fermé,* on observe une sorte d'effluve entre les extrémités de la coupure et une luminescence assez intense le long de chaque conducteur, sur un arc de 40° à 50°. Tout le reste du résonateur est obscur. Dès qu'on ouvre le micromètre, une étincelle s'y produit, l'effluve diminue d'intensité entre les extrémités de la coupure et les arcs lumineux deviennent moins longs et moins intenses. Dès que le micromètre cesse de donner des étincelles, on n'observe plus ni effluve ni luminescence. Si l'on déplace le résonateur dans son plan, la luminescence accompagne le résonateur, et l'intensité du phénomène décroît lorsque la coupure s'approche d'un azimut d'extinction (90° ou 270°), pour lequel aucune luminescence ne persiste.

» 2° *Coupure dans l'air, les extrémités de la coupure comprises ou non dans les tubes à air raréfié.* — On observe les mêmes phénomènes que précédemment. L'effluve qui se produisait entre les extrémités de la coupure est seule absente. La luminescence intéresse de part et d'autre de la coupure des arcs plus étendus que précédemment.

» On voit que l'aspect présenté par un résonateur complet dont le micromètre est aussi ouvert que possible concorde avec l'aspect présenté

par un résonateur à coupure dont le micromètre est fermé. Le premier présente une luminescence maximum au voisinage du micromètre, le second au voisinage de la coupure. Les deux appareils sont, en effet, les mêmes : ce sont deux résonateurs à coupure sans micromètre. La présence du tube à air raréfié permet, en effet, de se rendre compte du fonctionnement des appareils sans avoir à consulter les micromètres. Ces expériences expliquent que les lois du résonateur à coupure soient celles qui régissent le résonateur complet à condition de faire jouer à la coupure le rôle dévolu au micromètre du résonateur complet. Elles conduisent à la conclusion suivante : si l'on admet que la luminescence la plus intense réside aux points où la variation de la densité électrique est la plus grande, les différents aspects présentés par les résonateurs s'accordent bien avec la *distribution indiquant un nœud de vibration à chacune des extrémités d'un résonateur en activité et un ventre au point également distant des extrémités*.

» Dans une prochaine Note, je développerai cette conclusion en rendant compte des phénomènes que présentent les résonateurs à plusieurs spires et les résonateurs à plusieurs micromètres observés à l'intérieur de tubes à air raréfié épousant leurs formes [1]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur l'existence du champ magnétique produit par le mouvement d'un corps électrisé*. Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. G. Lippmann [2].

« D'après les travaux de Maxwell, on admet que si l'on déplace un corps chargé électrostatiquement, possédant une densité superficielle σ, avec une vitesse v, il se produira tout le long de la trajectoire suivie par le corps, au moment du passage de celui-ci, les effets magnétiques d'un courant de conduction dont l'intensité pourrait être calculée à chaque instant par la formule

$$di = ds\,\sigma\frac{v}{V},$$

dans laquelle ds est l'élément de surface et V le rapport des unités électromagnétiques aux unités électrostatiques de quantité d'électricité.

---

[1] Ces expériences ont été faites à la Station centrale d'Électricité de Bordeaux-les-Chartrons.

[2] Travail effectué au Laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne.

» En 1876, M. H.-A. Rowland fit à Berlin, au laboratoire d'Helmholtz, une expérience dont le résultat parut confirmer cette hypothèse ([1]).

» En 1889, M. H.-A. Rowland et M. Hutchinson reprirent, à Baltimore, les mêmes expériences avec un dispositif meilleur, et obtinrent un résultat semblable ([2]).

» M. G. Lippmann, appliquant à l'expérience de Rowland le principe de la conservation de l'énergie, montra que des variations magnétiques doivent produire un mouvement des corps électrisés situés dans le champ ([3]). M. G. Lippmann me proposa, en 1897, de vérifier expérimentalement la conséquence ainsi déduite.

» Les forces à mettre en évidence, dans ces expériences, sont de l'ordre du millième de dyne, en se plaçant dans des conditions maxima. Je crus cependant constater que l'effet attendu n'existait pas. Mais les difficultés étaient telles qu'aucune mesure exacte ne put être faite. Cette première partie de mes recherches, dont le détail sera publié ultérieurement, m'amena à tenter de refaire les expériences de M. Rowland, en me plaçant dans des conditions plus favorables. Pour cela, au lieu d'observer, comme il l'avait fait, l'action directe d'un disque tournant chargé sur une aiguille aimantée, j'ai étudié les effets d'un pareil disque agissant par induction sur un circuit voisin.

» Voici l'appareil définitif que j'ai construit :

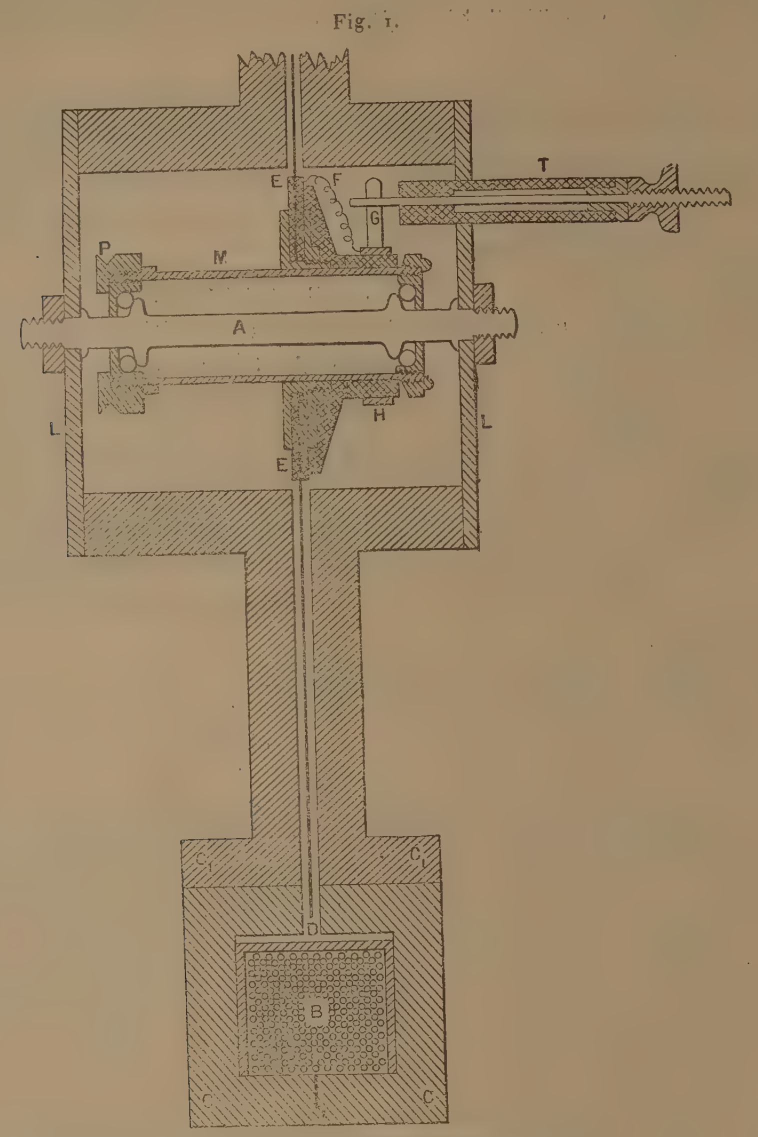
» Un disque D, de $0^m,37$ de diamètre (*fig.* 1), solidaire d'un moyeu M monté sur billes d'acier, peut tourner autour d'un axe fixe A. Le disque est isolé du moyeu à l'aide de pièces d'ébonite E. On le charge, par l'intermédiaire du fil F, de la bague métallique isolée H et du balai G. L'axe A est fixé par deux lames d'acier L au centre de deux couronnes de fonte CC_1, CC_1, laissant entre elles un intervalle de 8^{mm} au milieu duquel tourne le disque. Les couronnes, reliées au sol, forment donc un condensateur dont le disque est l'armature interne. En même temps, ces couronnes de fonte constituent un circuit magnétique autour d'une bobine B concentrique au disque. Cette bobine porte 13000 tours de fil de cuivre de $0^{mm},15$ de diamètre; ses extrémités sont reliées aux bornes d'un galvanomètre très sensible. Le mouvement est communiqué au disque par l'intermédiaire d'une courroie agissant sur la poulie P. La *fig.* 2 montre l'ensemble des appareils.

» D'après la théorie précédemment rappelée, si l'on fait tourner le disque très rapidement, puis qu'on le charge, le courant de convection ainsi créé induira un courant dans la bobine B. Pour rendre cet effet plus facile à observer, un commutateur pro-

([1]) *Pogg. Ann.*, t. CLVIII, p. 487, et *American Journal,* année 1878, p. 30.
([2]) *Philos. Magazine,* 5e série, t. XXVII, p. 445.
([3]) *Comptes rendus,* t. LXXXIX, p. 151 (année 1889).

duit plusieurs fois par seconde la charge et la décharge du disque et, en même temps, permet de n'envoyer dans le galvanomètre que les effets dus soit à la charge, soit à la décharge. On doit ainsi observer, au lieu d'une impulsion, une déviation permanente.

Fig. 1.

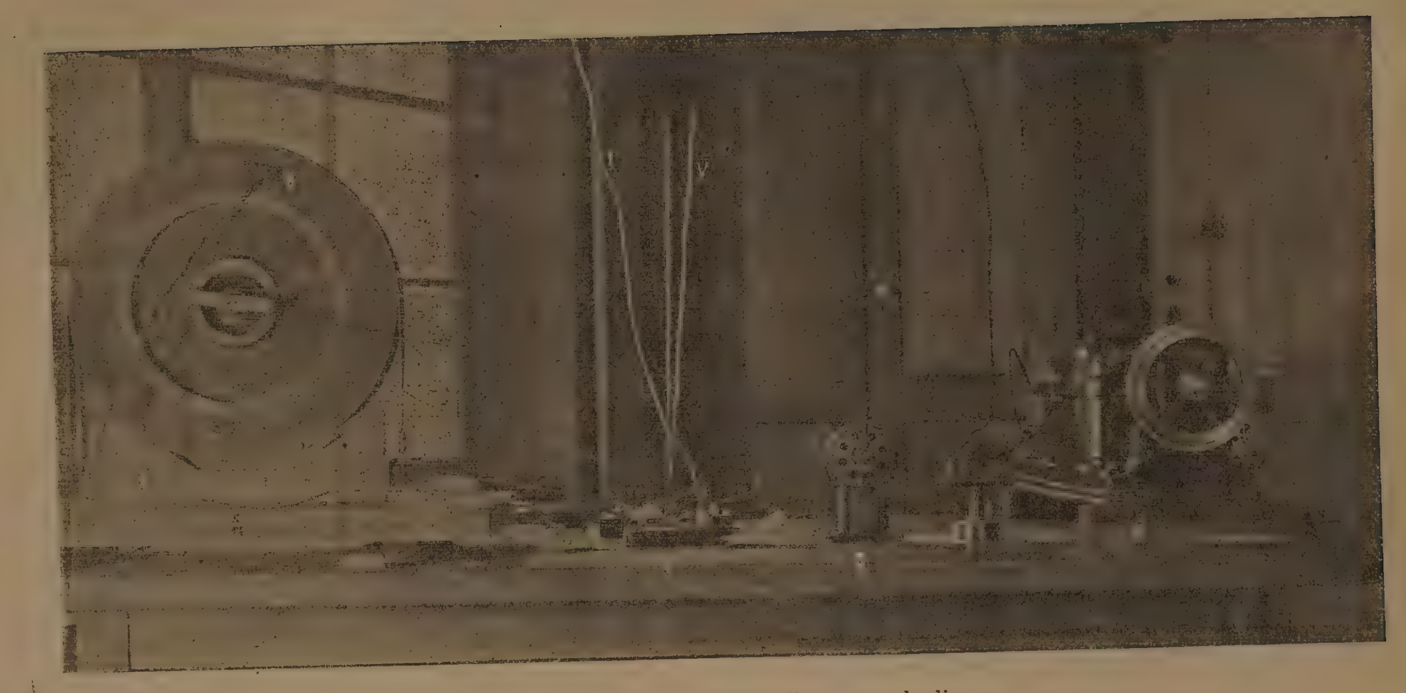


Échelle aux $\frac{4}{10}$ des dimensions réelles.

Si l'on vient à rendre la charge égale et de signe contraire, on observera une déviation en sens inverse et double de la première.

» Une spire témoin, fixée dans l'appareil, permet de faire agir sur la bobine B, par le simple jeu d'un inverseur, un courant de conduction interrompu par le même commutateur que celui qui charge le disque. On peut ainsi comparer à chaque instant

Fig. 2.



C, Couronnes de fonte entre lesquelles tourne le disque.
B, Extrémité de la bobine induite.
F, Fils du galvanomètre.
I, Interrupteur.
V, Fils amenant la charge.
Q, Dynamo motrice de l'interrupteur.
G, Dynamo motrice du disque.

l'effet d'induction du disque tournant à celui d'un courant de conduction d'intensité égale à celle calculée pour le courant de convection.

» Trois séries d'expériences ont été effectuées.

» Dans la première, le disque était en aluminium de $\frac{5}{10}$ de millimètre d'épaisseur. Il n'était recouvert d'aucun diélectrique. Les faces de fonte en regard étaient recouvertes de plateaux de verre gomme-laqué de 2mm d'épaisseur. Les données et résultats furent les suivants :

Potentiel de charge. V.	Densité superficielle. σ.	Nombre de tours par seconde. N.	Déviation calculée. δ.	Déviation observée. δ' (¹).
volts	C.G.S.		mm	mm
4500	5,7	100	37,2	2,0
5100	6,5	100	42,7	1,5
5100	6,5	120	51,3	1,8

» De ce résultat on pourrait conclure ou bien qu'il n'y a pas d'effet magnétique dû à une charge en mouvement, ou bien que le conducteur n'entraîne pas sa charge avec lui.

» Une deuxième série d'expériences fut alors faite avec un disque d'aluminium de 1mm d'épaisseur, recouvert de membranes minces de caoutchouc, les couronnes de fonte n'étant garnies d'aucun diélectrique. Voici les données et résultats de cette série :

V.	σ.	N.	δ.	δ' (¹).
volts	C.G.S.		mm	mm
4500	3,4	100	22,3	3,0
5100	3,8	100	25,3	2,2
5100	3,8	120	30,4	2,2

» Ce résultat pouvait avoir la même conclusion que précédemment pour l'effet magnétique, ou bien on pouvait en conclure que ni le conducteur ni le diélectrique n'entraînent dans leur mouvement la charge électrique manifestée à leur surface de séparation.

» Je fis enfin une troisième série avec un disque d'ébonite de 2mm d'épaisseur, doré suivant trois secteurs parfaitement isolés les uns des autres, et recouverts d'une membrane mince de caoutchouc, les couronnes de fonte étant nues. Les données et résultats ont été :

V.	σ.	N.	δ.	δ' (¹).
volts			mm	mm
4500	4	100	25,9	0
5100	4,5	100	29,4	4
5100	4,5	120	35,2	3,2

» Dans cette troisième série il est certain que chaque secteur entraîne avec lui sa charge. On a vérifié d'ailleurs expérimentalement qu'aucune charge ne passe, par suite de la rotation, d'un secteur sur l'autre.

(¹) Les déviations δ' sont dues aux déplacements du zéro pendant la durée d'une expérience. Ces déplacements, inévitables avec un galvanomètre très sensible, sont d'ailleurs sans relation de sens avec celui attendu.

» *Il semble donc que le mouvement d'un corps électrisé ne produit pas d'effet magnétique.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Oscillomètre balistique. — Mesure de la quantité d'électricité et de l'énergie électrique distribuées par courants continus* [1]. Note de MM. **A.** et **V. Guillet**, présentée par M. G. Lippmann.

« Une aiguille aimantée, légèrement déviée de sa position d'équilibre, oscille de part et d'autre de cette position avec la période

(1) $$T = 2\pi\sqrt{\frac{A}{MH}}.$$

» Dans le cas d'une pièce de fer doux mobile à l'intérieur d'une bobine fixe parcourue par un courant d'intensité convenable I, on a

$$MH = kI^2.$$

» Il en est de même si l'on substitue au fer doux une bobine excitée par le courant I.

» Dans ces deux cas, la formule (1) donne

$$IT = \text{const.}$$

» Il suffit d'enregistrer le nombre des oscillations de l'organe mobile, chassé de sa position d'équilibre dès qu'il s'y rend, pour obtenir un nombre proportionnel à la quantité d'électricité fournie par la source pendant le même temps.

« Ces dispositifs sont respectivement ceux des compteurs de M. Vernon-Boys (1882) et de M. Blondlot (1897).

» La présence d'un radical dans la formule (1) ne permet pas de compter de la même manière l'énergie fournie.

» Pour s'affranchir de cette restriction, il faut libérer l'équipage *de toute force continue* et le déplacer par impulsion.

» Soit, en effet, un cadre C, de surface S et de moment d'inertie A par rapport à l'axe de rotation ZZ', placé dans un champ magnétique dont la composante *utile* est φ. En désignant par i l'intensité du courant dans le

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. G. Lippmann.

cadre à l'instant t et par τ la durée très petite de son développement, on a

$$A\omega_0 = S\varphi \int_0^\tau i\,dt,$$

ω_0 est la vitesse angulaire avec laquelle le cadre est chassé de l'*unique* position pour laquelle son circuit est fermé.

» Le régime variable étant défini par l'équation

$$(2) \qquad i = \frac{E - L\dfrac{di}{dt}}{R},$$

la vitesse angulaire de l'équipage a pour expression

$$\omega_0 = k\varphi I,$$

k étant une constante.

» L'angle α est parcouru par l'équipage dans le temps

$$\theta = \frac{\alpha}{\omega_0} = \frac{k'}{\varphi I}.$$

» Par suite,

$$(3) \qquad \varphi I\theta = \text{const.}$$

En conséquence, chaque fois que l'équipage parcourt l'angle α : 1° une même quantité d'électricité est fournie par la source si φ = const.; 2° une même quantité d'énergie est fournie par la source si φ est proportionnel à E, force électromotrice d'utilisation.

» On réalise le premier cas en produisant le champ au moyen d'un aimant et le second en produisant le champ au moyen d'une bobine placée en dérivation sur les bornes d'utilisation.

» Pour que l'équipage se maintienne en mouvement, nous l'avons constitué, dans notre modèle d'essai, par deux contours identiques ayant une extrémité commune reliée à l'un des pôles de la source. Les deux autres extrémités a, b sont disposées de part et d'autre d'un contact fixe c relié à l'autre pôle de la source. Les fils a et b prennent, alternativement, contact sur c et chaque fois l'équipage parcourt l'angle imposé α.

» Lorsque le cadre est dans le plan de symétrie, les contacts a et b sont équidistants de c.

» En enregistrant le nombre des contacts, ce qui est facile, puisque l'organe compteur peut être placé sur le fil qui relie la source au vibrateur,

on obtient un nombre proportionnel soit à l'énergie, soit à la quantité d'électricité versées par la source dans le circuit d'utilisation.

» Il est évident que l'on peut produire l'impulsion par voie d'induction. La formule de l'appareil (3) s'établit alors comme précédemment. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un mode de décomposition de quelques perchlorures métalliques* [1]. Note de M. **Œchsner de Coninck**.

« En cherchant à purifier le chloroplatinate et le chloraurate d'une base organique au moyen du noir animal, j'ai été amené à faire quelques observations qui sont du domaine de la chimie minérale; je demande à l'Académie la permission de les lui communiquer.

» La décomposition du chlorure d'or, mélangé à d'autres sels métalliques, par le charbon, a été indiquée par un chimiste américain qui a pris un brevet. M. G. Kœnig (*Chemical News*, t. XLV, p. 215) a étudié le phénomène, et en a recherché les causes.

» J'ai expérimenté d'abord avec le trichlorure d'or seul. Sur un entonnoir de 8^{cm} à 10^{cm} d'ouverture, je place un filtre aux trois quarts rempli de noir animal préalablement bien lavé et desséché.

» Je jette sur ce noir animal la quantité d'eau distillée nécessaire pour l'humecter; ensuite, je fais passer une solution aqueuse étendue de chlorure d'or. La filtration a été répétée trois fois. Le filtratum essayé par H^2S n'a pas donné de précipité; avec AzO^3Ag, il y a eu précipitation de chlorure d'argent.

» Si l'on filtre la solution de chlorure d'or sur du sable fin, préalablement lavé, on ne constate aucune décomposition. La filtration sur du coke pulvérisé et renfermant encore des grains, sur du coke tamisé et en poudre extrêmement fine, ou sur de la sciure de bois, amène aussi la décomposition plus ou moins rapide de solutions étendues de trichlorure d'or. La brique pilée finit par absorber totalement, ou presque totalement, $AuCl^3$, dans les mêmes conditions.

» J'ai constaté, en outre, que le tétrachlorure de platine et le perchlorure de fer, en solutions aqueuses étendues, sont décomposés par le noir animal. Les expériences ont été menées comme pour le chlorure d'or.

» Enfin, j'ai fait un grand nombre d'expériences avec des solutions

---

(1) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

aqueuses étendues de $NiCl^2$, $CoCl^2$, $FeCl^2$, $MnCl^2$, $ZnCl^2$, $CuCl^2$, $MgCl^2$; j'ai fait varier les conditions expérimentales; j'ai pris des solutions étendues, mais de concentrations variables, j'ai augmenté la proportion de noir animal, etc.; je n'ai jamais pu constater de décomposition (¹).

» *Conclusion.* — Les expériences par lesquelles il est établi que le perchlorure de fer est décomposé, tandis que le chlorure ferreux ne l'est pas, me paraissent présenter un certain intérêt, parce qu'il y aura là, peut-être, un caractère différenciel entre les perchlorures et les chlorures au minimum. C'est dans cette direction que je me propose de continuer mes recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les conditions de stabilité du pouvoir rotatoire.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Armand Gautier.

« Il est aujourd'hui hors de doute que l'existence du pouvoir rotatoire dans un composé chimique est intimement liée à la disposition dissymétrique de radicaux différents unis à un atome central au moins tétravalent. Cette notion, que M. Van t'Hoff et moi avions appliquée au carbone en 1874, a reçu d'innombrables vérifications (²). On a toujours reconnu que les objections reposaient sur des faits inexacts. Pour l'azote, élément pentavalent, j'ai établi en 1891 que le pouvoir rotatoire pouvait se produire dès que les cinq radicaux qui lui sont unis différaient entre eux. Enfin, MM. Pope et Peachey ont réalisé un dérivé actif de l'étain, élément tétravalent comme le carbone.

» Il est toutefois hors de doute que l'activité optique n'a pu être manifestée dans certains composés de l'azote uni à cinq radicaux différents. C'est que cette condition est nécessaire, mais non suffisante; il faut, en plus, que la forme géométrique dissymétrique soit stable, sinon le corps droit se change en corps gauche jusqu'à disparition du pouvoir rotatoire par racémisation. Il était donc nécessaire, après avoir étudié la géométrie de la molécule, d'en aborder la statique.

(¹) Si l'on filtre, sur du *noir animal sec*, une solution légèrement chlorhydrique et fraîchement préparée de $SnCl^2$, ce sel est transformé en oxychlorure, qui est d'abord entraîné partiellement, puis complètement retenu par le charbon.

(²) On a compté 52 séparations d'acides organiques et 40 de bases par les trois méthodes de Pasteur; en outre, 11 corps se dédoublent par cristallisation.

» J'ai exposé en 1890 [1] que la stabilité de la position des radicaux se trouve le mieux réalisée quand ceux-ci arrivent à se toucher dans la molécule et, pour ainsi dire, à *se caler* entre eux. On doit donc s'attendre à voir la stabilité augmenter : 1° quand l'attraction de l'atome central rapproche plus fortement les radicaux les uns contre les autres, c'est-à-dire quand l'élément central autour duquel se groupent les radicaux jouit vis-à-vis d'eux d'une forte affinité chimique ; 2° quand ces radicaux augmentent de volume.

» Il est facile de donner la preuve de ces deux conclusions en passant en revue les corps actifs connus :

» 1° On sait que les affinités chimiques du carbone sont beaucoup plus vives que celles de l'azote, aussi la condition carbone asymétrique, c'est-à-dire uni à quatre radicaux différents, est-elle non seulement nécessaire mais même suffisante à la température ambiante tandis qu'il n'en est pas de même pour l'azote où cette condition de l'asymétrie ne suffit pas toujours ;

» 2° En ce qui concerne l'influence du volume des radicaux sur la stabilité nous voyons que si le carbone central est uni à de petits radicaux tels que H et OH, comme c'est le cas pour l'acide lactique $CH^3 - \underset{\displaystyle OH}{\overset{\displaystyle H}{C}} - CO^2H$, on a des corps dont le pouvoir rotatoire disparaît facilement tandis que l'acide valérianique : $CH^3 - \underset{\displaystyle C^2H^5}{\overset{\displaystyle H}{C}} - CO^2H$ se racémise bien plus difficilement.

» Étendant cette notion à l'azote j'ai pensé que, si le chlorure d'ammonium substitué

$$ClAzC^6H^{16} = Cl.Az\left\{\begin{array}{l}H\\CH^3\\C^2H^5\\C^3H^7\end{array}\right.$$

n'avait pu être dédoublé en corps actifs, cela tenait au volume trop faible des radicaux et j'ai conclu que l'activité optique pourrait être mise en évidence dans les termes supérieurs de la série. C'est ce qui arrive, en effet, si l'on substitue un méthyle dans chacun des radicaux ci-dessus ; le sel

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. III, p. 788.

$ClAzC^{10}H^{24}$ ainsi obtenu présente non seulement l'isomérie optique mais l'isomérie chimique, en un mot il se comporte comme un corps dont les éléments conservent leurs positions relatives fixes.

» Enfin si l'on prend des radicaux encore plus élevés, comme l'ont fait récemment MM. Pope et Peachey, on obtient une base à 17 carbones, base aussi stable que les corps actifs carbonés et qui non seulement manifeste les isoméries chimiques et optiques, mais aussi dans laquelle ces dernières se conservent dans les sels doubles et dans la base libre (hydrate d'ammoniaque) tandis que, dans les corps à 10 atomes de carbone que j'ai étudiés, plusieurs de ces composés perdent leur pouvoir quand on les produit aux dépens du chlorure actif.

» On sait que les radicaux, qui se groupent autour de l'atome central, développent, en se rapprochant, un certain nombre de calories qui se confondent, dans les mesures thermiques, avec la chaleur due à leur affinité pour cet atome; celle-ci n'est donc pas seule en jeu et suivant que les radicaux sont de nature à s'attirer plus vivement, cette force exercera une perturbation plus grande. On peut donc s'attendre à voir l'équilibre dérangé si l'on introduit dans la molécule un radical nouveau possédant des affinités plus puissantes ou notablement différentes de celui qu'il remplace.

» Je viens de rappeler combien l'alcool amylique jouit d'un pouvoir solide. J'avais observé, dans le temps, que l'on n'arrive à le faire disparaître qu'en chauffant à 250° cet alcool sodé. J'ai depuis étudié l'action du sodium à des températures plus basses :

» Dans un alcool donnant dans le tube de 22^{cm} une rotation de —8°48′ j'ai introduit 2 pour 100 de sodium en refroidissant avec soin; par l'effet de la réaction, il y a eu perte de pouvoir, car le même alcool régénéré en distillant avec une grande masse d'eau, puis séché sur le carbonate de potasse, ne marquait plus que —8°19′; c'est à ce chiffre qu'il faut comparer ceux fournis par des portions chauffées en vases scellés durant quarante-huit heures :

	° ′
Alcool non chauffé	—8.19
» chauffé à 50°	—8. 1
» » 100°	—4. 8
» » 150°	—0.47
» » 200°	0

» Un exemple du même ordre a été donné par M. Walden. En remplaçant dans l'acide malique $CO^2H — CH^2 — H.C.OH — CO^2H$ l'oxhydrile combiné au carbone asymétrique par le brome, il a obtenu l'acide bromo-succinique

$$CO^2H — CH^2 — H.C.Br — CO^2H,$$

lequel perd son pouvoir spontanément à la température du laboratoire.

« Dans ces deux exemples, la masse, unie au carbone asymétrique, avait pourtant été notablement augmentée, et cependant les radicaux ont permuté entre eux : ce n'est donc pas l'inertie qui les fait tenir en place.

» J'ai voulu comparer la vitesse de racémisation de ces corps carbonés avec celle d'un corps renfermant de l'azote asymétrique, et j'ai chauffé à diverses températures pendant une heure quarante-cinq minutes le chlorure de la base ammoniacale dont j'ai parlé plus haut ($ClAzC^{10}H^{24}$) à des températures variables; les résultats ont été les suivants :

Chlorure initial ($0^m,50$)........	$-2°33'$
Chauffé à 50°....................	$-2°28'$
Le même, chauffé à 100°..........	$-2°20'$

» L'expérience n'a pu être poussée plus loin, parce que le liquide se colore; elle suffit pour montrer que l'instabilité de ce composé est comparable à celle de l'alcool amylique sodé.

» En résumé, si, au lieu d'opérer avec ces corps à la température habituelle, on opérait au voisinage de 100°, on verrait que quatre radicaux différents unis au carbone seraient nécessaires, mais non plus suffisants, pour faire apparaître le pouvoir rotatoire dans l'alcool amylique sodé et dans l'acide bromosuccinique, parce que ces corps se racémisent et présentent dans ces conditions, à la façon des corps azotés actifs, une remarquable instabilité. D'autre part, à la condition de ne pas introduire d'atomes d'une espèce nouvelle, on augmente toujours la stabilité en augmentant le volume des radicaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dihydroxylates.* Note de M. de **Forcrand**.

« I. J'ai fait agir l'eau oxygénée étendue ($H^2O^2 = 8^{lit}$) sur les bases alcalines dissoutes ($1^{mol} = 2^{lit}$), vers + 15° :

Soude.

	Cal	Différence.
$H^2O^2 + 3NaOH$	+ 5,829	
		+0,008
$H^2O^2 + 2NaOH$	+ 5,821	
		+4,845
$2H^2O^2 + 2NaOH$	+10,666	
		+0,809
$3H^2O^2 + 2NaOH$	+11,575	
		+0,617
$4H^2O^2 + 2NaOH$	+12,192	
		+0,504
$6H^2O^2 + 2NaOH$	+12,696	

Potasse.

		Différences.
$H^2O^2 + 2KOH$	$+6,123$	$+4,510$
$2H^2O^2 + 2KOH$	$+10,633$	$+0,491$
$3H^2O^2 + 2KOH$	$+11,124$	

Lithine.

$H^2O^2 + 2LiOH$	$+6,533$	$+4,826$
$2H^2O^2 + 2LiOH$	$+10,359$	$+0,005$
$3H^2O^2 + 2LiOH$	$+10,364$	

Ammoniaque.

$H^2O^2 + 2AzH^4OH$	$+0,589$	$+0,464$
$2H^2O^2 + 2AzH^4OH$	$+1,053$	

Monométhylamine.

$H^2O^2 + 2CH^5Az$	$+2,584$	$+1,464$
$2H^2O^2 + 2CH^5Az$	$+4,048$	

» L'*aniline* (2 mol. = 8^{lit}) ne donne pas de réaction immédiatement ni avec H^2O^2, ni avec $2H^2O^2$, mais le liquide se colore en brun au bout de quelques heures, sans dégagement de gaz.

» Ces quelques nombres donnent lieu aux remarques suivantes :

» 1° Tandis qu'un excès de base (NaOH), ajouté au système

$$(H^2O^2 + 2NaOH),$$

ne dégage pas de chaleur, un excès de H^2O^2 produit un effet thermique appréciable, soit pour former d'abord $2H^2O^2 + 2NaOH$, soit

$$H^2O^2 + NaOH,$$

ce qui est naturel [1], soit même au delà, du moins pour la soude et la potasse. La lithine, au contraire, n'est plus sensible à l'action de cet excès de H^2O^2 à partir du système $H^2O^2 + LiOH$. Les deux bases alcalines NaOH et KOH donneraient donc des sels acides assez stables en dissolution.

---

[1] Probablement les composés Na^2O^2, H^2O^2, K^2O^2, H^2O^2, Li^2O^2, H^2O^2 analogues aux combinaisons CaO^2, H^2O^2 et BaO^2, H^2O^2 qui ont aussi une certaine stabilité à l'état dissous.

» 2° L'ammoniaque fournit des nombres extrêmement faibles, ses sels se dissociant presque complètement, tandis que la monométhylamine, qui est ordinairement à peine plus basique que l'ammoniaque, fournit des sels plus stables. Il est remarquable aussi que l'aniline soit sans action, du moins immédiatement. D'ailleurs, les sels formés par ces bases azotées et l'eau oxygénée pourraient être considérés comme les hydrates de l'hydroxylamine, des hydrazines et de l'hydrazobenzol, de sorte que la réaction ne serait pas une simple neutralisation.

» II. Dans tous les cas, les résultats précédents peuvent être mis sous la forme suivante :

				Moyenne.
Soude	$H^2O^2 + NaOH$	$= NaO - OH$	$+5,333$	$+2,910$
	$NaO - OH + NaOH$	$= NaO - ONa$	$+0,488$	
Potasse	$H^2O^2 + KOH$	$= KO - OH$	$+5,316$	$+3,061$
	$CO - OH + KOH$	$= KO - OK$	$+0,807$	
Lithine	$H^2O^2 + LiOH$	$= LiO - OH$	$+5,680$	$+3,267$
	$LiO - OH + LiOH$	$= LiO - OLi$	$+0,853$	
Ammoniaque	$H^2O^2 + AzH^4OH$	$= AzH^4O - OH$	$+0,527$	$+0,294$
	$AzH^4O - OH + AzH^4OH$	$= AzH^4O - OAzH^4$	$+0,062$	
Monométhylamine.	$H^2O^2 + CH^5Az$	$= CH^5AzOH - OH$	$+2,024$	$+1,292$
	$CH^5AzOH - OH + CH^5Az$	$= CH^5AzOH - OHCH^5Az$ ...	$+0,560$	

nombres auxquels on peut joindre ceux que j'ai déjà publiés pour la chaux et la baryte :

				Moyenne.
Chaux : $CaO = 25^{lit}$	$H^2O^2 + \frac{CaO}{2}$	$= \frac{Ca}{2}O - OH$	$+3,710$	$+1,980$
	$\frac{Ca}{2}O - OH + \frac{CaO}{2}$	$= CaO^2$	$+0,250$	
Baryte : $BaO = 6^{lit}$	$H^2O^2 + \frac{BaO}{2}$	$= \frac{Ba}{2}O - OH$	$+3,900$	$+2,175$
	$\frac{Ba}{2}O - OH + \frac{BaO}{2}$	$= BaO^2$	$+0,450$	

» Sous cette forme, l'on a immédiatement la chaleur de neutralisation successive et moyenne, par les différentes bases solubles des deux fonctions de l'eau oxygénée, ce qui conduit aux considérations qui suivent :

» 1° Ces nombres sont faibles, étant compris entre ceux que donne le glycol ($+ 0,28$ et $+ 0,12$, moyenne $+ 0,20$ pour la soude), et ceux des diphénols ($+ 6,3$ et $+ 1,4$, moyenne $+ 3,85$ pour la pyrocatéchine). L'analogie apparaît en particulier entre l'eau oxygénée et la pyrocatéchine,

soit pour la valeur absolue des nombres de neutralisation, soit pour l'inégalité des deux valeurs mesurées successivement. Dans l'un comme dans l'autre composé, les deux fonctions OH sont voisines, tandis que les deux autres diphénols isomères donnent des chaleurs de neutralisation successives presque identiques.

» 2° Un autre fait qui rapproche l'eau oxygénée des phénols en général est la faible chaleur de neutralisation par l'ammoniaque.

3° Si l'on admet que la chaleur de dissolution et la chaleur de fusion de l'eau oxygénée sont sensiblement nulles, en vue d'une première approximation, on peut calculer la valeur thermique de la réaction

$$H^2O^2 \text{ sol.} + Na^2 \text{ sol.} = H \text{ gaz} + Na^2O^2 \text{ sol.},$$

car nous connaissons la chaleur de dissolution de Na^2O^2 dans 2HCl dissous (+ 41,81), la chaleur de neutralisation de la soude par HCl dissous (+ 13,70), et la valeur de la réaction Na^2 + Aq [+ 84,80 (¹) d'après M. Joannis].

» Le calcul donne alors :

$$H^2O^2 \text{ sol.} + Na^2 \text{ sol.} = H \text{ gaz} + Na^2O^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +70^{Cal},39$$

soit, pour la valeur acide moyenne de chacun des hydroxyles de l'eau oxygénée solide : $+ 35^{Cal},19$.

» Ce nombre est précisément intermédiaire entre celui de l'eau $+ 31^{Cal},19$ et celui de la pyrocatéchine $+ 38^{Cal},34$, comme le faisait déjà supposer la comparaison des chaleurs de neutralisation. Il est vrai que j'ai négligé dans ce calcul à la fois la chaleur de fusion et la chaleur de dissolution de l'eau oxygénée, données actuellement inconnues. Il est probable que cette double correction aurait pour effet de diminuer le nombre $+ 35^{Cal},19$ de 1^{Cal} à $1^{Cal},5$, ce qui fournirait une valeur voisine de $+ 34^{Cal}$ pour l'acidité de OH. »

(¹) En adoptant définitivement cette valeur (voir *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1520), on doit retrancher $0^{Cal},68$ de tous les nombres que j'ai publiés depuis dix-huit ans pour exprimer la valeur acide des différents composés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation de l'acétylène en présence du cuivre.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« On sait que M. Berthelot a depuis longtemps déjà réalisé l'hydrogénation de l'acétylène en chauffant le mélange des deux gaz à une température inférieure au ramollissement du verre : la réaction obtenue est limitée et conduit à des équilibres définis plus ou moins complexes.

» Dans une Note publiée l'année dernière (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1173), nous avons indiqué que le nickel réduit réalise dès la température ordinaire la combinaison de l'hydrogène et de l'acétylène : à côté des gaz obtenus qui sont surtout forméniques on recueille des produits liquides, de constitution analogue à celle de certains pétroles naturels.

» D'autre part nous avons fait connaître (*Société chimique*, séance du 12 mai 1899, puis *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 250) que l'acétylène, dirigé sur du cuivre métallique au-dessus de 180°, subit une condensation rapide : le produit principal est un hydrocarbure solide très condensé, le *cuprène*, dont la formation avait été, il y a quelques années, entrevue par Erdmann et Köthner, qui l'avaient considéré comme un composé organométallique du cuivre (*Zeitsch. für anorg. Chemie*, t. XVIII, p. 48).

» En présence d'hydrogène, le phénomène change de nature.

» 1. Sur du cuivre récemment réduit par l'hydrogène et refroidi dans ce gaz, on dirige un mélange convenablement réglé d'acétylène et d'hydrogène en excès. A froid on n'observe aucune réaction permanente. Mais avec du cuivre très léger d'aspect violacé, obtenu en réduisant lentement par l'hydrogène au-dessous de 200° de l'hydrate cuivrique noir, la combinaison commence nettement vers 130° : il y a dégagement notable de chaleur, et la vitesse du gaz qui sort du tube est ralentie beaucoup, sans que l'aspect du cuivre soit sensiblement modifié.

» Citons une expérience [1] :

Vitesse de l'hydrogène	93^{cc}	par minute.
Vitesse de l'acétylène	26	»
Somme des gaz qui arrivent	119	par minute.
Vitesse du gaz qui sort	69	»

» La diminution de volume est de 50^{cc}, soit près de deux fois celui de l'acétylène.

(1) Le cuivre occupait dans le tube une longueur d'environ 35^{cm}.

» Le gaz dégagé renferme :

Acétylène	Traces (non dosables)
Carbures éthyléniques supérieurs	2,7
Éthylène	1,1
Éthane	17,8
Hydrogène	47,4
Total	69,0

» La réaction serait donc formulée :

$$93H^2 + 26C^2H^2 = 47,4H^2 + 17,8C^2H^6 + 1,1C^2H^4 + 2,7C^nH^{2n}.$$

En comptant comme propylène, ce qui n'est certainement pas tout à fait exact, les carbures éthyléniques supérieurs absorbables immédiatement par l'acide sulfurique, on voit qu'il manquerait au second membre de l'équation $6C + 13,8H$, qui représentent la matière effectivement condensée dans les parties froides du tube sous forme de liquides incolores, forméniques et surtout éthyléniques.

» Avec du cuivre plus compact, préparé en réduisant rapidement par l'hydrogène (avec incandescence) de l'oxyde anhydre, la réaction ne se produit nettement qu'à partir de 180°, et se poursuit dès lors dans des conditions identiques.

» 2. Si l'on accroît dans le mélange la proportion d'acétylène, tout en la maintenant inférieure à celle de l'hydrogène, on constate que, dans les gaz obtenus, la dose d'éthane diminue, celle des carbures éthyléniques augmente. Dans une expérience effectuée à 170° sur un mélange de 2 volumes d'hydrogène avec 1 volume d'acétylène, on a obtenu un gaz qui contenait pour 100 :

Acétylène	Traces (non dosables)
Carbures éthyléniques supérieurs	15,0
Éthylène	13,4
Éthane	12,9
Hydrogène	58,7

» Les produits liquides sont plus abondants et contiennent une faible proportion de benzine.

» 3. En augmentant encore davantage la proportion d'acétylène, on voit s'introduire nettement l'action spéciale du cuivre sur l'acétylène. Le cuivre commence à foisonner avec formation de cuprène : le ralentissement du gaz est plus marqué parce que la plus grande partie de l'acétylène se transforme en produits liquides ou solides. C'est ce qui avait lieu dans l'expérience suivante effectuée à 150° avec des volumes à peu près égaux des deux gaz :

Vitesse de l'hydrogène	210 cc	en dix minutes
Vitesse de l'acétylène	190	»
Somme des gaz à l'arrivée	400	en dix minutes
Vitesse du gaz qui sort	120	»

qui contiennent :

	cc
Acétylène	2,4
Carbures éthyléniques supérieurs [1]	18,4
Éthylène	33,1
Éthane	2,0
Hydrogène	64,1

» Le système initial, savoir $210\,H^2 + 190\,C^2H^2$, a fourni, à côté de 120 molécules de gaz, une grande quantité de produits condensés, qui correspondent à $250\,C + 412\,H$, et qui, pour plus des deux tiers, sont formés de carbures éthyléniques et aromatiques liquides verdâtres, et, pour le reste, de cuprène solide.

» On voit que, malgré la lenteur du courant gazeux et la longueur de la colonne de cuivre, beaucoup d'hydrogène est demeuré inutilisé, en présence de proportions importantes de carbures éthyléniques. La dose d'éthane, qui est très faible dans ce cas à 150°, devient bien plus importante aux températures supérieures à 200°, ce qui paraît indiquer qu'au-dessus de cette dernière température le cuivre est capable de réaliser l'hydrogénation des carbures éthyléniques. C'est en effet ce qui a lieu, ainsi que nous aurons l'honneur de l'indiquer dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des combinaisons organo-métalliques cuivreuses et mercureuses de la diphénylcarbazone*. Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Note précédente, j'ai appelé l'attention de l'Académie sur des dérivés métalliques de la diphénylcarbazone correspondant à la formule générale $CO\begin{cases} AzM'-AzH-C^6H^5 \\ Az=Az-C^6H^5 \end{cases}$.

» En se plaçant dans certaines conditions, on peut également obtenir les dérivés cuivreux et mercureux correspondant aux formules

$$CO\begin{cases} Az\overline{Cu-Az\,Cu}-C^6H^5 \\ Az=Az-C^6H^5 \end{cases} \quad \text{et} \quad CO\begin{cases} Az\overline{Hg-Az\,Hg}-C^6H^5 \\ Az=Az-C^6H^5 \end{cases},$$

lesquels perdent assez facilement leur métal en se transformant en carbo-

---

[1] La vapeur de benzine est comprise dans cette valeur.

diazide, $CO\left\langle\begin{array}{l} Az = Az - C^6H^5 \\ Az = Az - C^6H^5 \end{array}\right.$, corps qui n'avait pas encore été isolé. E. Fischer a seulement signalé la sulfocarbodiazine $CS\left\langle\begin{array}{l} Az = Az - C^6H^5 \\ Az = Az - C^6H^5 \end{array}\right.$.

» A. *Diphénylcarbazone cuivreuse.* — Elle se prépare en versant une molécule de diphénylcarbazide symétrique en solution alcoolique dans une solution aqueuse de deux molécules d'acétate de cuivre. Le précipité d'aspect violet foncé, à reflets mordorés, est recueilli sur un filtre, puis lavé rapidement à l'eau distillée glacée et desséché dans le vide. Même au-dessous de 100° à l'étuve, il se décompose avec explosion.

» Le cuivre dosé par voie électrolytique et l'azote par un Kjedhal, vu l'impossibilité de comburer ce corps par les méthodes ordinaires, correspondent à la formule :

$$CO\left\langle\begin{array}{l} Az\,Cu - Az\,Cu\;C^6H^5 \\ Az = Az - C^6H^5. \end{array}\right.$$

» Ce corps se forme d'après l'équation :

$$CO\left\langle\begin{array}{l} AzH - AzH - C^6H^5 \\ AzH - AzH - C^6H^5 \end{array}\right. + 2[(C^2H^3O^2)^2Cu]$$

$$= CO\left\langle\begin{array}{l} Az\,Cu - Az\,Cu - C^6H^5 \\ Az = Az\,C^6H^5 \end{array}\right. + 4C^2H^4O^2.$$

» Cette diphénylcarbazone cuivreuse est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, le sulfure de carbone, mais surtout dans le chloroforme. Cette solution chloroformique violette éclatante s'altère spontanément, surtout avec le concours d'un peu d'alcool. Il se dépose du chlorure cuivreux en même temps qu'il se forme de la carbodiazide signalée plus haut. En évaporant à siccité la solution chloroformique devenue verdâtre, puis reprenant par de l'eau distillée chaude, on sépare la carbodiazide cristallisée, qu'on purifie par cristallisation au sein de l'alcool.

» J'ai remarqué que cette diphénylcarbazone cuivreuse s'altère spontanément avec le temps au contact de l'air et de l'humidité. Elle devient partiellement insoluble dans ses dissolvants habituels auxquels elle donne, non plus une teinte violacée, mais une teinte verdâtre.

» Elle s'attaque violemment par l'acide azotique. Au contact des acides sulfurique et chlorhydrique concentrés à froid, elle subit un dédoublement intéressant dont je poursuis l'étude.

» La diphénylcarbazide, dissoute dans l'alcool, en raison de la production de cette diphénylcarbazone cuivreuse d'une coloration violette intense, est un réactif très sensible des sels cuivriques qui dépasse la sensibilité du ferrocyanure de potassium. Toutefois, il est indispensable d'opérer en milieu neutre.

» B. *Diphénylcarbazone mercureuse.* — La diphénylcarbazide donne avec l'acétate mercurique un dérivé mercureux analogue au dérivé cuivreux. On le prépare en versant une solution alcoolique de diphénylcarbazide (12^{gr} dans 500^{gr} d'alcool à 93°)

dans une solution aqueuse de 31gr,8 d'acétate mercurique en 2lit d'eau distillée. Il se forme un précipité bleu intense qui reste partiellement en solution à la faveur de l'acide acétique libre. Quelques gouttes de soude rassemblent le précipité qui est lavé, recueilli et séché dans le vide. Il correspond à la formule :

$$CO\begin{cases} Az\,Hg - Az\,Hg - C^6H^5 \\ Az = Az.C^6H^5 \end{cases}$$

et se forme en vertu d'une équation semblable à celle du dérivé cuivreux.

» Ce dérivé mercureux est plus stable que le dérivé cuivreux; il est moins oxydable et fait explosion à une température beaucoup plus élevée. Il est insoluble dans l'eau, mais se dissout en bleu dans l'alcool, l'éther, la benzine. Il se dissout très bien dans le chloroforme; cette solution est moins altérable que celle du composé cuivreux. Au sein de la benzine, le corps s'altère; peu à peu la solution jaunit; il se forme de la carbodiazide.

» La diphénylcarbazide est un réactif extrêmement sensible des sels de mercure à acides organiques et du nitrate de mercure; elle développe dans les solutions neutres une coloration bleue intense visible pour une dilution au $\frac{1}{1000000}$.

» Les composés mercuriels à éléments halogènes, tels que $HgCl^2$, $HgCy^2$, HgI^2, etc., ne donnent pas le dérivé mercureux bleu.

» Un autre caractère curieux est l'attaque, à la température de 170° à 200°, du mercure métallique par la diphénylcarbazide qui donne un composé bleu violacé, soluble dans le chloroforme en violet, sans doute ce même dérivé mercureux décomposable seulement au delà de 200°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'Acidimétrie*. Note de M. A. Astruc.

« Pour continuer mes recherches déjà effectuées sur l'acidimétrie, j'ai étudié la façon de se comporter de quelques acides organiques à fonction spéciale, vis-à-vis de certains réactifs indicateurs.

» *Acide iséthionique*. — Cet acide à fonctions sulfonique et alcool, est monobasique à la phtaléine du phénol, au tournesol, au tournesol orcine, à l'aide rosolique, au bleu Poirrier.

» En présence d'hélianthine A, il vire lorsque, pour une molécule d'acide, on a ajouté 0mol,93 à 0mol,95 d'alcali; il se conduit donc comme acide fort, très sensiblement monobasique.

» *Acide sulfanilique*. — Ce corps, quoique possédant un groupement ammoniacal AzH^2, est encore monobasique aux réactifs indicateurs ci-dessus, même à l'hélianthine.

» Je ferai d'abord remarquer que l'acide sulfanilique possède une acidité à l'hélianthine bien supérieure à celle des acides aminobenzoïques, lesquels ne diffèrent du premier que par le remplacement de SO^3H par CO^2H.

» Si l'on se rappelle que, d'une façon générale, les acides organiques ne peuvent être titrés exactement en présence de méthylorange, réactif caractéristique des acides forts, on est autorisé à conclure que le groupement SO^3H imprime à un radical gras (acide iséthionique) ou aromatique (acide sulfanilique) une énergie chimique acide plus forte que le carboxyle CO^2H.

» *Acide méconique.* — Les chaleurs de neutralisation de l'acide méconique par la soude ont été déterminées par M. Berthelot. Elles montrent, en particulier, que l'oxhydrile phénolique produit encore, en présence d'alcali, un dégagement de chaleur sensible ($8^{Cal},7$) comparable à celui observé par MM. Berthelot et Louguinine pour la troisième fonction acide de l'acide phosphorique.

» Ces deux groupes de fonctions acide de l'acide méconique, ainsi entrevues, reçoivent confirmation des expériences acidimétriques.

» Vis-à-vis de la plupart des réactifs colorants, l'acide méconique se conduit comme bibasique. L'hélianthine A indique encore la bibasicité. Mais si l'on opère en présence de bleu Poirrier, réactif sensible aux acides faibles, l'on observe le virage après addition de trois molécules de base pour une molécule d'acide.

» L'acide méconique possède donc deux fonctions acide fort et une troisième fonction acide faible, comparable à la fonction phénol.

» *Acide mellique.* — Cet acide que le commerce livre souvent assez impur, contenant généralement une certaine quantité de mellate d'ammoniaque, a été purifié par transformation en sel de plomb, et décomposition de ce dernier par l'hydrogène sulfuré.

» Les chaleurs de neutralisation ont permis à M. Berthelot d'émettre l'idée que, dans cet acide hexabasique, trois fonctions acides jouent un rôle un peu différent des trois autres.

» Et en réalité, l'acidimétrie à l'hélianthine A effectuée, sur ce corps purifié, décèle simplement la tribasicité, alors que l'hexabasicité est indiquée par les autres colorants.

» Vu le nombre d'expériences antérieures que j'ai déjà signalées au moyen des réactifs colorants, ces résultats acidimétriques recevraient, selon toutes les probabilités, confirmation complète des déterminations des chaleurs de formation des sels solides à partir de tous les éléments solides. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle espèce d'Isopode souterrain, le* Cæcosphæroma Faucheri. Note de MM. **Adrien Dollfus** et **Armand Viré**, présentée par M. Edmond Perrier.

» Nous avons reçu de M. Paul Faucher, de Sauve (Gard), un Isopode souterrain qui vient s'ajouter aux quatre espèces de Sphæromiens des eaux souterraines actuellement connus.

» Les plateaux qui entourent le village de Sauve sont formés de grandes couches de calcaire néocomien extrêmement fissurées dans tous les sens. Les fissures sont parcourues par des ruisselets souterrains de faibles dimensions, mais très enchevêtrées, ainsi que par de véritables rivières souterraines, qui viennent alimenter les puits creusés de main d'homme.

» C'est dans un de ces puits que M. Faucher a récolté les exemplaires qui constituent cette nouvelle espèce, mélangée à de nombreux *Niphargus* qui paraissent s'éloigner notablement du type normal du *N. puteanus*.

» Ces Sphæromiens présentent au plus haut degré les modifications sensorielles que l'on constate d'habitude chez les animaux cavernicoles.

» Les antennes et les pattes portent de nombreux poils tactiles, assez allongés; les antennes supérieures présentent quatre *lamelles olfactives* extraordinairement développées; c'est le terme extrême jusqu'ici constaté de l'allongement de ces organes chez les Isopodes; elles ont trois fois la longueur de l'article qui les porte. Nous n'avons point constaté la présence des *poils auditifs* trouvés dans les autres espèces.

» Il existe, par contre, sur toute la surface du corps, aussi bien sur la carapace que sur les pattes, de petites soies tactiles, en nombre restreint, que nous n'avons pas trouvées chez les autres espèces.

» La cécité est absolue.

» Remarquons enfin, sans trop vouloir y insister encore cette fois, que cette espèce a été capturée au voisinage des bords de l'ancien golfe tertiaire du Rhône comme les trois autres espèces de Sphæromiens souterrains d'eau douce que l'on connaît en France.

» Il est à souhaiter que les trouvailles de cette nature se multiplient, car elles nous font connaître un groupe d'êtres qui n'étaient pas soupçonnés naguère dans les eaux douces, et nous apportent des données zoologiques absolument nouvelles.

» Voici la description de cette nouvelle espèce :

» Corps médiocre, peu convexe, muni de très petits poils espacés. Cephalon arrondi antérieurement, épistome très réduit, scutiforme; clypeus (métépistome) bien développé, à parties latérales peu prononcées; labre grand; yeux nuls; antennes très rapprochées, celles de la première paire à tige 3-articulée et fouet 5-articulé, les quatre premiers articles du fouet étant munis de lamelles olfactives très développées; antennes de la deuxième paire, un peu plus longues, que celles de la première paire; à tige 4-articulée et fouet 7-articulé; marcillipède à palpe grand, 4-articulé; mandibules à palpe 3-articulé. *Pereion :* parties coxales (épimères) non distinctes sur le premier segment qui est très développé; elles sont petites, mais nettement séparées du somite sur les deux segments suivants et beaucoup plus développées sur les quatre

derniers segments. *Pleon, telson :* Coalescence presque complète des segments pléonaux avec le telson; les parties latérales des deux premiers segments pléonaux sont seuls distincts et dirigés obliquement. Pléopodes très petits. Uropodes à base très développée, s'emboîtant exactement contre les côtés du pléotelson, munis d'un exopodite et d'un endopodite rudimentaires, l'un couvrant l'autre.

» Rappelons que dans *Cæcosphæroma burgundum* et *Virei*, la coalescence des parties du pléon et des uropodes avec le telson est plus complète encore; toutefois l'ensemble des caractères rattache bien cette nouvelle espèce au genre *Cæcosphæroma.* »

ZOOLOGIE. — *Les Grégarines et l'épithélium intestinal.* Note de MM. L. Léger et O. Duboscq, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Butschli, dans ses expériences sur les Clepsidrines des Blattes, montra que les plus jeunes grégarines sont incluses dans les cellules épithéliales seulement par leur partie antérieure. Mais, depuis les travaux de Schneider, on admet un stade complètement intracellulaire chez les grégarines intestinales. L'évolution des grégarines cœlomiques est encore hypothétique. Schneider, Léger, Racovitza et Labbé croient au passage direct du sporozoïte dans le cœlome. Par contre, Cuénot décrit pour la grégarine du Grillon domestique un premier stade intracellulaire dans l'épithélium intestinal, tandis que Caullery et Mesnil trouvent, chez *Gonospora longissima*, non seulement un stade intraépithélial, mais encore une multiplication endogène précédant la migration cœlomique.

» En présence de ces divergences d'opinion, nous avons repris la question en nous adressant particulièrement, pour des raisons de technique, à la grégarine de l'Anthrène, polycystidée intestinale et à la grégarine du Grillon domestique, monocystidée cœlomique.

» La larve d'*Anthrenus museorum* L. renferme dans son intestin une Pyxinia qui a été vue par Möbusz. Nous l'appellerons *Pyxinia Möbuszi.* La grégarine est si abondante et l'infection si continuelle qu'on trouve dans l'intestin tous les premiers stades de l'évolution.

» Les sporocystes biconiques, aplatis aux deux pôles, s'ouvrent par un orifice polaire pour livrer passage aux sporozoïtes. A l'éclosion, ceux-ci sont très effilés et acuminés aux deux extrémités. Puis ils deviennent piriformes et leur portion antérieure se différencie en un petit appendice très mobile. Dès ces premiers stades on trouve les jeunes parasites fixés entre

les cils du plateau ; mais il nous a paru qu'ils pouvaient, pendant un certain temps, se détacher d'une cellule pour redevenir libres et se fixer à une autre. Quoi qu'il en soit, l'appendice seul est intracellulaire. La grégarine grossit; son corps, toujours en dehors de la cellule, devient ovoïde et une première constriction se produit, indice du septum. En même temps l'appendice s'accroît. Dans une grégarine développée, il est devenu un épimérite dont une première portion rétrécie, le col, traverse les cils et le plateau, et dont la deuxième portion est une longue pointe, renflée à la base et traversant la cellule dans toute sa hauteur. Cette disposition persiste jusqu'à ce que la grégarine devenue adulte passe à l'état de sporadin. Ainsi, à aucun moment, il n'existe de stade intracellulaire et Möbusz, qui en représente, a interprété comme tel des figures de sécrétion. Ces figures sont des sphères hyalines, incluses dans les cellules et contenant soit les particules de chromatine émises par les noyaux en chromatolyse, soit les noyaux entiers en dégénérescence. On les confond avec des parasites parce que les cellules où elles sont incluses montrent souvent, en outre, un noyau normal. Nous avons rencontré constamment ces inclusions simulant des sporozoaires, dans de nombreux insectes infestés ou non, et notamment chez les Phryganes et chez les Grillons.

» Chez *Gyryllus domesticus* L. Cuénot a fait connaître une monocystidée cœlomique, *Diplocystis major*, dont il décrit ainsi le début de l'évolution : « Les sporozoïtes s'installent dans l'épithélium de l'intestin moyen. Là, le » parasite grossit jusqu'à 30^{μ} de diamètre, puis passe peu à peu dans la » couche conjonctive de l'intestin et tombe finalement dans le cœlome, ab- » solument libre. » Nos recherches ne nous permettent pas d'accepter cette manière de voir. Nous avons infesté artificiellement de nombreux Grillons, pris à Grenoble, où ils sont toujours indemnes, avec les sporocystes de Grillons de Langeais (Touraine), et nous avons suivi jour par jour l'évolution du parasite.

» Sous l'influence du suc gastrique, les sporocystes s'ouvrent en deux valves et les sporozoïtes, longs vermicules terminés par un prolongement styliforme, s'engagent dans l'épithélium intestinal, le traversent sans s'y arrêter et gagnent de suite la couche conjonctive sous-épithéliale. Dès les premiers jours qui suivent l'infection, on les trouve là, toujours situés sous les bouquets de cellules mûres, c'est-à-dire dans les intervalles qui séparent les cryptes de régénération. Les parasites ont pris une forme ovoïde et ne mesurent que 4^{μ} de longueur. Le cytoplasme très réduit est déjà pourvu d'une membrane. Le noyau a 3^{μ} et montre un karyosome central.

Ils croissent alors rapidement. Le dixième jour ils ont 20^{μ}; le quinzième jour 30^{μ} et dès ce moment ils peuvent tomber dans le cœlome. Mais ils n'y tombent pas forcément, car après une infection de quarante-cinq jours, nous avons rencontré des grégarines de 130^{μ} encore emprisonnées dans la tunique conjonctive de l'intestin. Quant à celles qui ont suivi leur évolution normale en gagnant de bonne heure le cœlome, elles atteignent au bout de deux mois une taille de 300^{μ} environ. Donc, *Diplocystis major*, monocystidée cœlomique, et *Pixinia Möbuszi*, polycystidée intestinale, n'ont pas de stade intracellulaire dans l'épithélium intestinal.

» Existe-t-il des polycystidées présentant un stade intracellulaire? On ne saurait nier *a priori* les nombreuses observations de Schneider. D'ailleurs, nous connaissons une grégarine dans *Polyxenus lagurus* L., qui vit entièrement plongée dans l'épithélium intestinal. Ce cas, il est vrai, est très particulier, car l'épithélium intestinal de *Polyxenus* est entièrement syncytial comme celui des Isopodes.

» Nous croyons donc qu'un stade intracellulaire est plutôt exceptionnel chez les grégarines. La plupart des auteurs et même l'un de nous ont dû interpréter comme parasites les figures de sécrétion. Il ne faut pas confondre non plus le stade intracellulaire avec la situation intracellulaire de certaines grégarines qui, fixées à la basale, se développent entre les cellules épithéliales qu'elles écartent en prenant rang et place parmi elles. Tels sont, par exemple, les *Stenocephalus* des Chilognathes. Cette fois, ce ne sont plus des cellules en dégénérescence qui simulent des parasites, ce sont des parasites qui simulent des cellules. Visart, dans son travail récent sur l'intestin des Chilognathes, a pris ainsi les *Stenocephalus* pour des cellules muqueuses. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les fossiles recueillis par M. Villiaume dans les couches charbonneuses des environs de Nossi-Bé*. Note de M. **H. Douvillé**, présentée par M. Michel-Lévy.

« M. Villiaume, garde principal d'artillerie de marine, a été chargé par le Gouverneur général de Madagascar d'explorer les gisements de combustible signalés depuis longtemps sur les bords de la baie de Passandava et dans l'île de Nossi-Bé; il a envoyé à l'École Nationale des Mines les échantillons recueillis par lui, et le Ministère des Colonies nous a communiqué, comme complément à cet envoi, les cartes et coupes qu'il a dressées et le rapport qui les accompagnait.

» De cet ensemble de documents il nous paraît résulter que dans toute cette région le sol est constitué par des alternances de grès et de schistes en couches peu inclinées et présentant un plongement général vers le sud-est. On peut ainsi distinguer trois systèmes de couches qui se succèdent assez régulièrement du nord-ouest au sud-est :

» Un système *inférieur* formé principalement de grès blanchâtre, un système *moyen* caractérisé par des schistes tendres, noirs, tachant les doigts, présentant des fossiles marins, tandis que des lits minces intercalés sont riches en empreintes végétales, et un système *supérieur* dans lequel se développent des couches de calcaire dur, noirâtre, fossilifère.

» Le système *moyen* a fourni près d'Ambaritelo une faune assez riche, dont l'âge liasique a été bien indiqué par M. Villiaume; nous avons pu y reconnaître trois espèces d'Ammonites très voisines des formes qui en France caractérisent le Lias supérieur : *Amm.* cf. *metallarius* Dum., *Amm.* cf. *serpentinus* Rein., *Amm.* cf. *Dumortieri* Thiollière. Un Bivalve très répandu dans ces couches, et dont la forme rappelle un peu celle des *Unio*, nous a paru se rapprocher en réalité des *Gresslya*.

» Le système *supérieur*, qui se montre près de Zongoha sous forme de bancs minces assez fortement relevés et couronnant les dépôts arénacés de la formation charbonneuse, paraît très fossilifère. Un fragment d'Ammonite recueilli par M. Villiaume est identique à l'*Amm.* cf. *serpentinus* des couches précédentes; cette espèce est accompagnée d'un *Spiriferina* très abondant et assez variable de forme, qui ne nous paraît pas pouvoir être distingué de l'espèce signalée précédemment par M. Boule plus au sud (au sud-est du cap Saint-André), comme également associée à des Ammonites liasiques. Nous avons reconnu en outre *Zeilleria sarthacensis*, *Pholadomya* (voisin de *Ph. Voltzi* et de *Ph. ovulum*), *Pleuromya*, *Protocardium* cf. *striatulum*, *Eopecten* (*Hinnites* auct.) *tuberculatus*, *Ostrea* cf. *Beaumonti*, ainsi que des dents de Sélaciens. Cette faune appartient encore au Lias supérieur comme celle d'Ambaritelo, mais elle est un peu plus récente, certaines formes ayant des affinités bajociennes incontestables.

» En résumé, l'ensemble des couches charbonneuses de la région de Nossi-Bé vient se placer dans le Lias supérieur, et devrait être rapproché des couches charbonneuses du même âge qui affleurent dans les chaînes du nord de la Perse.

» Ces couches paraissent avoir une assez grande extension dans l'île de Madagascar, comme l'indiquent les fossiles analogues signalés dans la direction du sud-ouest par M. Boule. M. Villiaume a été également frappé de l'analogie que présentaient certains moules de Bivalves avec ceux qu'il avait recueillis dans une précédente exploration bien plus au sud, près de Beronono, sur les bords de la rivière Morondava. Le système des couches de Nossi-Bé viendrait ainsi tout naturellement s'intercaler entre les grès attribués jusqu'à présent au Trias dans le sud-ouest de Madagascar et les

calcaires fossilifères qui représentent dans cette région le Bajocien et le Bathonien.

» D'un autre côté, l'ensemble des couches explorées dans les environs de Nossi-Bé paraît constituer le flanc oriental d'un anticlinal dont l'axe serait marqué par les affleurements de roches cristallines qui ont été signalés dans cette île même; il est vraisemblable que la région du cap Saint-André présente une disposition analogue.

» L'hypothèse que nous avions proposée de la continuité d'un pli parallèle à la falaise occidentale du massif central, et qui s'étendrait depuis Beronono jusqu'à Nossi-Bé, prend ainsi un nouveau caractère de précision et de vraisemblance. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les végétaux fossiles recueillis par M. Villiaume dans les gîtes charbonneux du nord-ouest de Madagascar.* Note de M. R. ZEILLER, présentée par M. Michel-Lévy.

« M. Villiaume, garde principal d'artillerie de marine, chargé par M. le général Gallieni de l'exploration des affleurements charbonneux de la région nord-ouest de Madagascar, a recueilli tant à Nossi-Bé qu'au voisinage du bord occidental et méridional de la baie de Passandava (ou Ampassindava) une série importante de fossiles animaux et végétaux, qu'il a bien voulu envoyer à l'École Nationale des Mines et dont l'étude a permis de déterminer le niveau des couches explorées.

» Des empreintes végétales avaient été depuis longtemps observées dans ces couches : il avait été fait mention d'abord d'empreintes de Conifères, puis de troncs de Sigillaires, et ces gîtes charbonneux avaient été considérés tantôt comme appartenant aux terrains secondaires, tantôt comme appartenant au vrai terrain houiller (1). Mais ce n'est qu'au commencement de cette année que des échantillons en furent envoyés en France et purent être exactement déterminés : les premiers d'entre eux, consistant en tiges d'*Equisetum*, ont été décrits sous le nom d'*Eq. Jolyi* par M. Bureau, qui les

(1) *Découverte de lignite à Nossi-Bé et sur la côte occidentale de Madagascar* (*Annales des Mines*, 5e série, t. VI, 1854, p. 570-576). — *Notice sur une exploration géologique à Madagascar pendant l'année* 1863, par M. E. GUILLEMIN (*Ibid.*, 6e série, t. X, 1866, p. 277-319).

a signalés comme paraissant offrir des affinités triasiques (¹), sans pouvoir toutefois en préciser l'âge avec une complète certitude.

» Les empreintes recueillies par M. Villiaume proviennent, pour la grande île : d'Ampassimena, à l'entrée nord-ouest de la baie de Passandava ; d'Andrahinira et d'Ambaritelo, sur le bord occidental de cette même baie (ce sont les points les plus riches en empreintes végétales) ; de Zongoha et de Marofotra, au sud-est et au sud de la baie, dans l'intérieur des terres ; enfin, pour Nossi-bé, d'Andriana.

» J'ai reconnu, parmi elles, les formes suivantes :

» Un fragment de penne de Fougère, appartenant au genre jurassique *Scleropteris* (Ambaritelo) ; de nombreux fragments de frondes d'un *Pecopteris* cyathoïde (Ambaritelo, Marofotra, et surtout Nossi-Bé), qui paraît identifiable au *Pec. exilis* Phillips, et en particulier aux échantillons du Lias supérieur de Cracovie figurés par M. Raciborski (²).

» De très nombreux échantillons d'*Equisetum Jolyi* Bureau (Andrahinira, Ambaritelo, Marofotra), offrant des tiges dont la largeur atteint 30^{mm} et 35^{mm}, avec des feuilles larges de $1^{mm},2$ à $1^{mm},4$, au nombre par conséquent d'une cinquantaine dans chaque gaine ; les dents, mieux conservées que sur les échantillons rapportés par M. Joly, se montrent longues de 6^{mm} à 12^{mm}, effilées en pointe très aiguë. Ainsi caractérisée cette espèce se rapproche surtout de l'*Eq. veronense* Zigno, des couches liasiques du Véronais.

» Des feuilles rubanées à nervures parallèles, ressemblant à des feuilles de Cordaïtes, mais à nervation plus confuse, appartenant au genre *Yuccites* et rappelant, les unes les *Yucc. hettangensis* Sap. de l'Infralias et *Yucc. burgundiacus* Sap. du Bathonien (Andrahinira), les autres le *Yucc. angustifolius* Sap. de l'Infralias (Ampassimena et Andrahinira).

» Des graines à contour ovale-lancéolé, entourées d'une bordure correspondant vraisemblablement à une enveloppe charnue (Andrahinira), semblables à certaines graines du Jurassique de l'Inde figurées par O. Feistmantel sous le nom d'*Araucarites kutchensis* (³), mais offrant en réalité tous les caractères des *Cordaicarpus* houillers.

» Un *Sphenozamites* comparable au *Sphen. Geylerianus* Zigno du Lias du Véronais, mais à folioles plus étalées et plus obtuses (Ambaritelo). Un fragment de rachis épineux, d'Ambaritelo, semble également devoir être rapporté aux Cycadinées.

» Enfin, de très nombreuses Conifères, savoir : d'abord deux formes spécifiques de

---

(¹) E. Bureau, *Sur la première plante fossile rapportée de Madagascar* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 344-348 ; 5 février 1900).

(²) Raciborski, *Flora kopalna ogniotrwalych glinek Krakowskich*, pl. VII, fig. 13, 17 ; pl. VIII, fig. 1, 5, 6, 9 *b* ; pl. IX, fig. 1, 2 ; pl. XXVI, fig. 1, 2.

(³) *Fossil Flora of the Gondwana System*, t. II, part. 2, pl. XIV, fig. 6, 7 (*excl. icon. aliis*).

Pagiophyllum, l'une à feuilles dressées, ayant quelque analogie avec le *Pag. rigidum* Pomel (sp.) du Corallien (Zongoha), l'autre rappelant le *Pag. Zignoi* Sap. du Lias du Véronais, mais à feuilles proportionnellement plus courtes et plus obtuses (Ambaritelo); un *Brachyphyllum* allié à diverses formes jurassiques, notamment au *Br. Papareli* Sap. de l'Infralias, au *Br. Moreauanum* Brongt. du Corallien, et au *Br. nepos* Sap. du Kimméridien (Andrahinira, Ambaritelo et Nossi-Bé), accompagné de petits cônes ovoïdes encore attachés à des ramules de petit diamètre et dont les écailles se terminent en un écusson quadrangulaire marqué d'une dépression transversale tout à fait semblable à celle qu'on observe chez les *Sequoia;* mais la portion supérieure de l'écusson, correspondant à l'écaille ovulifère, est beaucoup plus développée que la portion inférieure et se termine en une pointe obtusément aiguë; sauf cette particularité, ces cônes présentent tous les caractères de cônes de Séquoiées; plusieurs formes spécifiques de *Sphenolepidium*, l'une extrêmement voisine du *Sphen. liasinum* Kurr (sp.) du Lias supérieur (Nossi-Bé), une autre paraissant spécifiquement identique aux échantillons du Lias de l'Inde figurés par Oldham et Morris [1] sous le nom d'*Araucarites* (?) *gracilis* (Nossi-Bé), une troisième à feuilles très courtes (Marofotra et Nossi-Bé), offrant, dans ses ramules et ses rameaux, la disposition distique qu'on observe chez beaucoup de Cupressinées et qu'on remarque d'ailleurs aussi chez certains *Sphenolepidium*, notamment chez le *Sphen. Choffati* Sap. de l'Infracrétacé; un fragment de rameau plusieurs fois ramifié, à feuilles aiguës, ressemblant aux *Cryptomeria* (Nossi-Bé); et enfin un *Thuyites* à rameaux comprimés, à entrenœuds de 6^{mm} à 7^{mm} de longueur sur 2^{mm} à 3^{mm} de largeur, à feuilles latérales à peine saillantes, rappelant quelque peu une espèce inédite du Kimméridien du Bugey (Andrahinira et Nossi-Bé).

» Les Conifères paraissent, d'ailleurs, avoir joué un rôle important dans la végétation, car elles ont pris une part notable à la constitution des charbons de Zongoha : l'attaque de ces charbons, qui renferment une proportion appréciable de matières ulmiques immédiatement solubles dans l'ammoniaque, met en effet en liberté de très nombreuses trachéides à ponctuations aréolées unisériées, semblables à celles des Taxodinées, des Cupressinées et des Abiétinées.

» Au point de vue de la détermination du niveau, les conclusions auxquelles conduit l'examen de cette flore concordent avec celles que M. Douvillé a tirées de l'étude des fossiles animaux, reconnus par lui pour appartenir au Lias supérieur : deux ou trois espèces en effet peuvent être rapportées à des types spécifiques déjà connus, soit du Lias supérieur de l'Europe, soit du Lias de l'Inde; quant aux autres, la plupart se rapprochent, sans pouvoir cependant leur être identifiées, de formes appartenant au Lias ou à l'Oolithe inférieure, quelques-unes seulement se montrant analogues à des espèces de niveaux plus élevés, tandis qu'on

---

(1) *Fossil Flora of the Gondwana System*, t. I, part 1, pl. XXXIII, fig. 1, 2; pl. XXXV, fig. 1, 2.

constate d'autre part certaines affinités avec des types infraliasiques. Le mélange des espèces, dont plusieurs se retrouvent dans presque toutes les localités, atteste d'ailleurs qu'on a affaire à un niveau unique, le mode de répartition des formes variant seul d'un point à l'autre, les *Equisetum* et les *Brachyphyllum* dominant à Andrahinira et Ambaritelo, les *Pecopteris* et les *Sphenolepidium* à Nossi-Bé.

» Au point de vue botanique, il n'est pas sans intérêt de constater l'analogie de cette flore avec celle qui peuplait nos régions à la même époque, observation qui vient à l'appui de celles qui ont été déjà faites sur d'autres points et qui tendent à établir l'uniformité presque complète de la flore à l'époque jurassique. Les échantillons recueillis par M. Villiaume confirment, en outre, d'une façon formelle l'attribution, déjà indiquée par O. Heer, mais encore contestée, des *Brachyphyllum* aux Taxodinées. Enfin l'association, reconnue à Andrahinira, de graines semblables à celles des Cordaïtées houillères avec les feuilles des *Yuccites*, vient apporter un argument des plus sérieux en faveur de l'attribution aux Cordaïtées, simplement présumée dans ces derniers temps, de ce type énigmatique des *Yuccites*, longtemps considéré comme appartenant aux Monocotylédones. »

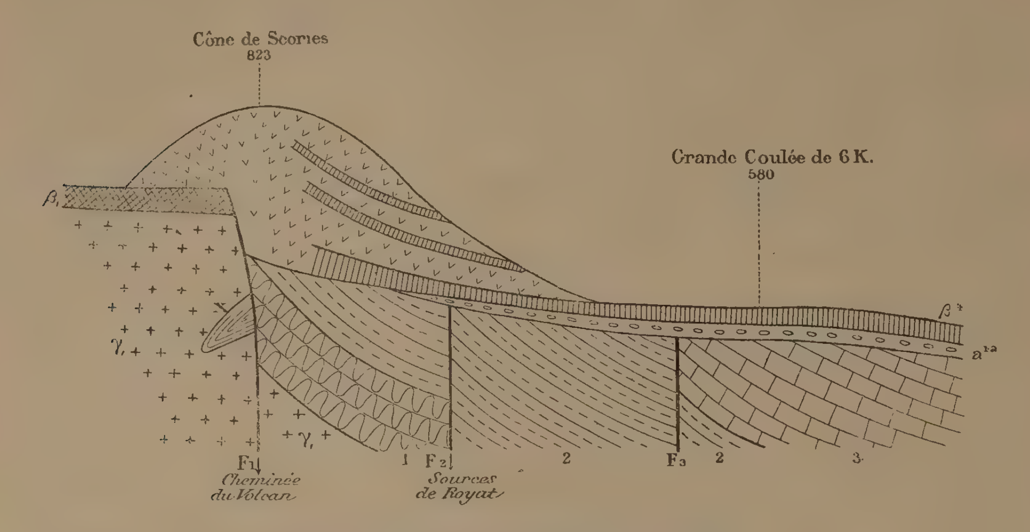
GÉOLOGIE. — *Le volcan de Gravenoire et les sources minérales de Royat.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel-Lévy.

« Le volcan de Gravenoire, un des plus beaux volcans de l'Auvergne, est constitué par une coupole de scories couverte de pins et de hêtres dominant, à l'est, la Limagne; au nord et au sud, deux profondes vallées entaillées dans le granite; à l'ouest, il est adossé au plateau granitique qui supporte la chaîne des Puys. Plusieurs coulées sortent de ses flancs et surplombent Royat, mais les deux principales sont issues de sa base et s'étendent au sud de Clermont, vers Beaumont et Aubière, sur une longueur de 6^{km}.

» En raison de l'intérêt qu'il présente et de sa proximité de Clermont, de nombreux géologues ont étudié le volcan de Gravenoire. Les études de Poulett-Scrope, Lecoq, Pommerol, Gonnard, Michel-Lévy, Lacroix, Boule, etc., avaient surtout porté sur l'âge de ce volcan et sur la nature des produits qu'il avait émis.

» On ne s'était pas demandé, à ma connaissance, pourquoi il avait une situation aussi excentrique par rapport à la chaîne des Puys; pourquoi,

presque seul, il était situé sur le bord du grand bassin de la Limagne? Quelles sont les raisons de cette situation, qui paraît si anormale au premier abord? Quelle est, en un mot, l'origine de ce volcan?



Coupe synthétique du volcan de Gravenoire.

Légende. — γ_1 Granite. X Cambrien. 1, Arkoses inférieures. 2, Arkoses supérieures. 3, Calcaires à Potamides. β_1, Coulée de basalte du volcan pliocène de Charade. a^{1a}, Alluvions à galets de granite, granulite, basalte de Charade, etc., sur lesquelles repose la coulée basaltique β^4 du volcan de Gravenoire

F_1 Grande faille de la Limagne, cheminée du volcan. F_2 Deuxième faille par laquelle sortent les sources de Royat. F_3 Troisième faille.

» Des recherches récentes m'ont fourni la solution de ce problème, ainsi que celles de l'origine des sources minérales de Royat, pour lesquelles on n'avait émis que des hypothèses.

» On pensait jusqu'ici que les sédiments tertiaires constituant le sous-sol de la Limagne reposaient sur le granite, au nord de Ceyrat, et que la faille qui avait donné naissance à la falaise dominant ce bassin n'intéressait que les sédiments tertiaires.

» Il n'en est rien en ce qui concerne les environs de Durtol, Royat et Ceyrat. Depuis Durtol, jusque près de Ceyrat, il existe une grande faille mettant en contact le granite et les arkoses et ayant produit une dénivellation atteignant en certains points près de 200^m. Cette cassure nettement indiquée par la topographie avait échappé à l'attention des géologues. C'est cette faille cependant qui doit être considérée comme la *cassure principale limitant la Limagne.* C'est elle qui a donné naissance à ces hautes murailles granitiques qui surplombent le bassin tertiaire.

» A Royat, la faille passe à quelques mètres à l'ouest de la carrière d'arkoses du puy Chateix et descend dans la vallée en face de la chocolaterie. Le long de la faille, les couches sont relevées de plus de 45°, mais cette inclinaison ne dure pas longtemps ; elle diminue de plus en plus à mesure qu'on s'en éloigne et, à quelques centaines de mètres à l'est, le pendage n'atteint pas 10°. Cette faille est fortement minéralisée. Elle a servi de cheminée d'ascension à des eaux minérales qui ont déposé de la barytine, de l'opale. J'y ai même trouvé un peu de bitume.

» Il est un autre point sur lequel je désire appeler l'attention. Les arkoses du fond de la vallée sont très différentes des arkoses supérieures. Elles renferment des intercalations de calcaire très siliceux dans lesquels j'ai observé des empreintes de fossiles. Il m'a paru que l'on avait peut-être là les niveaux de l'oligocène inférieur à Striatelles et à Potamides, découverts par MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas aux environs d'Issoire, et étudiés récemment par M. Giraud.

» Les arkoses visibles au sud de Royat, sous la coulée de Gravenoire, font le pendant de celles du puy Chateix et sont fortement redressées comme ces dernières.

» La faille se continue au sud du bassin de Gravenoire. Elle est visible sur le chemin de Boisséjour à Champeaux, à la base de l'escarpement granitique. Ici, non seulement le granite est en contact avec l'arkose, mais un îlot de cambrien emballé dans ce granite a été coupé par la faille, à l'emporte-pièce, et dans la descente des couches il s'est produit, par places, un véritable mélange de blocs d'arkose et de granite, ainsi que des miroirs de faille.

» Si l'on réunit tous les points de cette faille, que j'ai suivie pas à pas, depuis Durtol jusqu'à Ceyrat, on voit qu'elle *passe exactement par le centre éruptif du volcan de Gravenoire*. Cette faille, qui a dû être esquissée dès le Pliocène, a rejoué à l'époque du Quaternaire inférieur. C'est par elle que sont sorties les laves et les projections du volcan, tandis qu'au nord se faisaient jour des sources minérales barytifères et siliceuses. C'est donc cette *faille qui a donné naissance au volcan de Gravenoire*.

» Un peu à l'est, il existe une deuxième faille faisant buter les arkoses à 5° contre les niveaux supérieurs des arkoses qui plongent de 45°. Cette deuxième cassure parallèle à la première est marquée, dans la vallée de Royat, par la sortie de la magnifique source minérale Eugénie, une des plus belles du monde (débit : 1000^{lit} à la minute).

» D'autres failles semblables s'échelonnent de Royat à Clermont et sont

jalonnées par les sources minérales des Roches et par les vingt sources de Clermont. Ces failles dénivellent, *en échelon*, les sédiments tertiaires de la Limagne et découpent le grand synclinal esquissé dès la fin de l'Éocène, synclinal qui se continue par l'anticlinal granitique dont l'axe est marqué par la ligne éruptique de la chaîne des Puys.

» Le plissement qui a conduit à la formation de ces cassures s'est accentué à diverses époques, durant le tertiaire : pendant le dépôt des arkoses et des calcaires (plusieurs discordances). Mais c'est le contre-coup du soulèvement des Alpes, ainsi que l'ont indiqué MM. Julien et Michel-Lévy, qui a conduit au morcellement du synclinal et de la production des failles.

» Ces failles ont rejoué au Quaternaire inférieur et nous venons de voir que ce sont elles qui ont donné naissance au volcan de Gravenoire et aux sources minérales de Royat. »

M. E. Vial adresse un Mémoire ayant pour titre : « Contribution à l'étude des formations cosmiques ».

M. Ch. Faga adresse un Mémoire « Sur la construction des grands barrages ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juin 1900.

La face de la Terre (das Antlitz der Erde), par Ed. Suess, Associé étranger de l'Institut de France (Académie des Sciences), traduit avec l'autorisation de l'Auteur et annoté sous la direction d'Emmanuel de Margerie; t. II. Paris, Armand Colin et Cie, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. E. de Margerie.) (Présenté par M. de Lapparent.)

Livret-guide des excursions en France du VIIIe Congrès géologique international. Paris, 1900; 25 fasc. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Service géographique de l'Armée. Huit cartes au $\frac{1}{1000000}$. *Balkans : Corinthe, Bucharest, Belgrade. — Algérie : Boghar. — Afrique (région centrale) : Sokoto, Kouka, Gao-Gao. — Asie : Nagasaki.* 8 feuilles in-f°.

Le noir d'acétylène et ses dérivés, par M. E. Hubon. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°.

Nouveau système de barrage proposé pour rendre la Loire navigable, par Charles Faga. Paris, Vve Ch. Dunod, 1900; 1 fasc. in-8°.

Exposé des travaux scientifiques de M. A. Crova, *Correspondant de l'Institut.* Montpellier, 1900; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier; t. XI, 14e année, 1899-1900. Montpellier, Camille Coulet, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général; année 1899. Montpellier, Serre et Roumégous, 1900; 1 fasc. petit in-4°.

Contributo alla conoscenza isto-fisiologica della ghiandola di Harder, nota preventiva per il Dr Domenico Taddei. Milano, Francesco Vallardi, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Fairmount Park Art Association; twenty-eighth annual Report of the board of trustees and the list of Members. Philadelphia, 1900; 1 fasc. in-8°.

La trisezione geometrica dell' angolo, scoperta dal Reverendo Antonio Métral, sacerdote, con traduzione francese della parte principale. Roma, Gaetano Pistolesi, 1900; 1 fasc. in-8°.

Diagrammi musicometri, S. Ursini Scuderi; Roma, Modes e Mendel, 1900; 1 fasc. petit in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Musicometro. Lege metrica e psicologica della musica, S. Ursini-Scuderi; sesta edizione. Roma. Modes e Mendel, s. d.; 1 fasc. petit in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Boletim do Museu Paraense de Historia natural e ethnographia; vol. III. n° 1, fevereiro 1900. Para-Brazil, Alfredo Silva e C^a, 1900; 1 fasc. in-8°.

Observatorio del Colegio Pio de Villa Colon. El ano meteorologico 1897-98, por el P. Juan de Dios Moratorio. Montevideo, 1899; 1 fasc. gr. in-8°.

Bergens Museums aarborg 1899; 2 det hefte. Bergen, 1900; 1 vol. in-8°.

Bergens Museum. Aarsberetning for 1899. Bergen, 1900; 1 fasc. in-8°.